



**Naturalis**

Repositorio Institucional

<http://naturalis.fcnym.unlp.edu.ar>

Universidad Nacional de La Plata

Facultad de Ciencias Naturales y Museo



# **Palinofloras de las formaciones El Morterito y Palo Pintado [Mioceno Superior-Plioceno Inferior], noroeste de Argentina**

**Horn, Maricel Yanina**

Doctor en Ciencias Naturales

Dirección: Anzótegui, Luisa Matilde

Co-dirección: Morbelli, Marta Alicia

Facultad de Ciencias Naturales y Museo

2014

Acceso en:

<http://naturalis.fcnym.unlp.edu.ar/id/20140421001328>



Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons  
Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional



**Naturalis**

Repositorio Institucional  
FCNyM - UNLP

**Facultad de Ciencias Naturales y Museo  
Universidad Nacional de La Plata**

**PALINOFLORAS DE LAS FORMACIONES  
EL MORTERITO Y PALO PINTADO  
(MIOCENO SUPERIOR-PLIOCENO  
INFERIOR), NOROESTE DE ARGENTINA**

Lic. Maricel Yanina Horn

Directora: Dra. Luisa Matilde Anzótegui

Co-directora: Dra. Marta Alicia Morbelli

Tesis para optar al título de Doctor en Ciencias Naturales

La Plata, 2014

*Dedicado con mucho cariño a  
Ángel y Julieta, a mis padres,  
a mi hermano y familia.*

## ÍNDICE

Agradecimientos.....	viii
Resumen.....	x
<i>Abstract</i> .....	xiv

### **Capítulo I. INTRODUCCIÓN**

1.1. Introducción.....	1
1.2. Objetivos.....	3
Objetivo general	
Objetivos específicos	
1.3. Ubicación geográfica del área en estudio.....	3
1.4. Provincias fitogeográficas del área en estudio, características generales.....	4
Dominio Chaqueño	
Dominio Andino Patagónico	
1.5. Antecedentes palinológicos y paleobotánicos.....	6
Formación Palo Pintado.....	6
Antecedentes palinológicos	
Antecedentes paleobotánicos	
Aloformación Playa del Zorro.....	7
Antecedentes palinológicos	
Antecedentes paleobotánicos	
1.5.1. Estudios palinológicos en formaciones del Mioceno de los Valles Calchaqués y Cordillera Frontal.....	7

### **Capítulo II. GEOLOGÍA**

2.1. Formación el Morterito (Aloformación Playa del Zorro).....	23
Ubicación geográfica	
Estratigrafía	
Paleoambiente	
Edad	
Localidades fosilíferas	
2.2. Formación Palo Pintado.....	28
Ubicación geográfica	



Estratigrafía	
Paleoambiente	
Edad	
Localidades fosilíferas	

### **Capítulo III. MATERIALES Y MÉTODOS**

3.1. Tareas de campo.....	40
3.2. Tareas de laboratorio-procesamiento de la muestras.....	40
3.3. Repositorio.....	41
3.4. Tareas de gabinete-análisis microscópico.....	41
3.5. Análisis complementario de la materia orgánica palinológica total de la localidad La Cascadita.....	43
3.6. Clasificación sistemática.....	43

### **Capítulo IV. RESULTADOS**

Observaciones generales.....	46
------------------------------	----

#### **IV.1. DESCRIPCIONES SISTEMÁTICAS.....46**

Reino Fungi	
Reino Protista	
Reino Plantae	
Bryophyta <i>sensu lato</i>	
Monilophyta	
Gymnospermas	
Magnoliophyta	
Monosulcado	
Tricolporados	
Porados	
Poliporados	
Periporados	
Políade	

<b>Capítulo IV.2. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS: ESPECTRO PALINOLÓGICO, FRECUENCIAS RELATIVAS, ANÁLISIS PALINOFAcial Y PALEOCOMUNIDADES.....</b>	<b>75</b>
---	-----------

4.2.1. Aloformación Playa del Zorro.....	75
4.2.1.1. Localidad La Cascadita.....	75
Espectro palinológico y frecuencias relativas	
Paleocomunidades	
Análisis complementario de la materia orgánica palinológica total.	
4.2.1.2. Localidad Río Totoral.....	78
Espectro palinológico y frecuencias relativas	
Paleocomunidades	
4.2.2. Formación Palo Pintado.....	80
4.2.2.1. Localidad Quebrada El Estanque.....	80
Espectro palinológico y frecuencias relativas	
Paleocomunidades	
Diagrama polínico (Tilia DOS 1.2.): análisis	
4.2.2.2. Localidad Río Calchaquí.....	86
Espectro palinológico y frecuencias relativas	
Paleocomunidades	

## **Capítulo V. DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS**

Observaciones generales.....	100
5.1. Consideraciones paleoambientales.....	100
5.1.1. Aloformación Playa del Zorro.....	100
5.1.1.1. Localidad La Cascadita	
Paleocomunidades	
Palinofacies	
5.1.1.2. Localidad Río Totoral	
5.1.2. Formación Palo Pintado .....	104
5.1.2.1. Localidad Quebrada el Estanque	
Discusión del diagrama polínico	
5.1.2.2. Localidad Río Calchaquí	
5.2. Comparaciones.....	106
5.2.1. Comparaciones entre las localidades La Cascadita y Río Totoral	
5.2.2. Comparaciones entre las localidades Quebrada El Estanque y Río Calchaquí	
5.2.3. Comparaciones entre Aloformación Playa del Zorro y Formación Palo Pintado	

5.2.4. Comparaciones entre las unidades aquí estudiadas y formaciones del oeste de los valles Calchaquíes y de la Cordillera Frontal (Barreda *et al.*, 2007)

## **Capítulo VI.**

<b>CONCLUSIONES</b> .....	116
---------------------------	-----

<b>Capítulo VII. BIBLIOGRAFÍA</b> .....	120
---	-----

## **LISTA DE FIGURAS**

<b>Figura 1.</b> Ubicación geográfica de las unidades litológicas en estudio.....	31
<b>Figura 2.</b> Ubicación geográfica de las localidades fosilíferas de la Aloformación Playa del Zorro. Tomado y modificado de Bossi <i>et al.</i> (2000).....	32
<b>Figura 3.</b> Columna estratigráfica de la localidad La Cascadita, señalando los niveles muestreados para el análisis palinológico.....	33
<b>Figura 4.</b> Columna estratigráfica de la localidad Río Totoral, señalando los niveles muestreados para el análisis palinológico.....	34
<b>Figura 5.</b> Ubicación geográfica de las localidades fosilíferas de la Formación Palo Pintado. Tomado y modificado de Galli <i>et al.</i> (2011).....	35
<b>Figura 6.</b> Columna estratigráfica de la localidad Quebrada El Estanque, señalando los niveles muestreados para el análisis palinológico. El orden de los números de muestra se encuentra invertido en relación a las figuras 3, 4 y 7. Se disponen de esta manera en correlación con el orden de los niveles en el diagrama polínico. ....	36
<b>Figura 7.</b> Columna estratigráfica de la localidad Río Calchaquí, señalando los niveles muestreados para el análisis palinológico.....	37
<b>Figura 8.</b> Imágenes de los afloramientos de la Formación Palo Pintado en la localidad Quebrada El Estanque.....	38
<b>Figura 9.</b> Imagen de los afloramientos de la Formación Palo Pintado en la localidad Río Calchaquí.....	39
<b>Figura 10.</b> Gráfico de las frecuencias relativas de las distintas especies de la localidad La Cascadita.....	76
<b>Figura 11.</b> Gráfico de las frecuencias relativas de las distintas especies de la localidad Río Totoral.....	79

<b>Figura 12.</b> Gráfico de las frecuencias relativas de las especies de algas Chlorophyta y Zygnemataceae de la localidad Quebrada El Estanque.....	82
<b>Figura 13.</b> Gráfico de las frecuencias relativas de los esporomorfos de Bryophyta, Monilophyta, Pinophyta y Magnoliophyta de la localidad Quebrada El Estanque. ....	82
<b>Figura 14.</b> Gráfico de las frecuencias relativas de las distintas especies de esporomorfos de la localidad Río Calchaquí.....	86
<b>Figura 15.</b> Diagrama polínico de la Formación Palo Pintado, localidad Quebrada El Estanque.....	115

## LISTA DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Géneros y especies fósiles propias y compartidas, entre las formaciones, Anta, Palo Pintado, San José y Chiquimil (Valles Calchaquíes).....	11
<b>Tabla 2.</b> Géneros y especies fósiles propias y compartidas, entre las formaciones, Cerro Morado, Del Buey, Pachaco, La Ollita, Chinchas, y Pozo Los Horcones YPF (Cordillera Frontal).....	17
<b>Tabla 3.</b> Aloformación Playa del Zorro. Número de muestras, número de colección de los preparados y fertilidad (+) de las localidades estudiadas. <b>A:</b> La Cascadita, <b>B:</b> Río Totoral.....	44
<b>Tabla 4.</b> Formación Palo Pintado. Número de muestras, número de colección de los preparados y fertilidad (+) de las localidades estudiadas. <b>A:</b> Quebrada El Estanque, <b>B:</b> Río Calchaquí.....	45
<b>Tabla 5.</b> Clasificación de la materia orgánica identificada en la localidad La Cascadita.....	68
<b>Tabla 6.</b> Porcentajes generales de los tipos de materia orgánica identificados en cada nivel sedimentario analizado. Palinofacies I: niveles 1-7 y 11-13. Palinofacies II: niveles 8 y 9.....	68
<b>Tabla 7.</b> Lista de especies de palinomorfos en común entre las localidades estudiadas. ....	110
<b>Tabla 8.</b> Tabla comparativa entre el ambiente sedimentario, paleoclima y paleocomunidades de la Aloformación Playa del Zorro y Formación Palo Pintado. ....	111

## LISTA DE LÁMINAS

<b>Lámina 1.</b> <i>Glomus</i> sp., <i>Lycoperdon</i> sp., <i>Botryococcus braunii</i> ...	89
<b>Lámina 2.</b> <i>Pediastrum</i> sp. cf. <i>P. boryanum</i> , <i>Pediastrum simplex</i> , <i>Coelastrum</i> sp., <i>Oedogonium</i> sp. cf. <i>O. cretaceum</i> .....	91
<b>Lámina 3.</b> <i>Mougeotia</i> sp. cf. <i>M. laetivirens</i> , <i>Spirogyra</i> sp. cf. <i>S. scrobiculata</i> , <i>Ovoidites parvus</i> , <i>Ovoidites grandis</i> , <i>Ovoidites sprigii</i> , <i>Spirogyra</i> sp., <i>Reboulisporites fueguensis</i> , <i>Plicatella</i> sp., <i>Muricingulisporis verrucosus</i> .....	93
<b>Lámina 4.</b> <i>Muricingulisporis verrucosus</i> , <i>Polypodiaceiosporites tumulatus</i> , <i>Osmundacidites ciliatus</i> , <i>Azolla</i> sp., <i>Biretisporites crassilabratus</i> , <i>Leptolepidites major</i> , <i>Podocarpidites marwickii</i> , <i>Equisetosporites</i> sp., <i>Arecipites</i> sp. ....	95
<b>Lámina 5.</b> <i>Psilatricolporites</i> sp., <i>Tubulifloridites antipodica</i> , <i>Rhoipites baculatus</i> , <i>Striaticolporites gamerroi</i> , <i>Margocolporites vanwijhei</i> , <i>Graminidites</i> sp., <i>Triorites orbiculatus</i> , <i>Corsinipollenites exinitenuis</i> , <i>Alnipollenites verus</i> .....	97
<b>Lámina 6.</b> <i>Echiperiporites parviechinatus</i> , <i>Chenopodipollis chenopodiaceioides</i> , <i>Periporopollenites vivianae</i> , <i>Polyadopollenites</i> sp., fitoclastos translúcidos: traqueida, cutícula, hifa y partícula semiopaca, fitoclasto opaco.....	99

## AGRADECIMIENTOS

En primer lugar deseo expresar mi más profundo agradecimiento a la Dra. Luisa M. Anzótegui por haber confiado en mí y darme la oportunidad de trabajar con ella.

Al Dr. Rafael Herbst por haberme co-dirigido en mis inicios como becaria y por haber compartido viajes de campaña y su amplia experiencia en la región que he estudiado.

A la Dra. Marta Morbelli por aceptar la Co-dirección de esta Tesis Doctoral y por sus valiosos aportes.

A la Dra. Lilia R. Mautino por su colaboración y por compartir conmigo su amistad.

A la Dra. Silvina Garralla, por responder a mis consultas y por su colaboración.

A los doctores Susana Morton, Silvia Gnaedinger y Oscar Gallego, por haber atendido mis innumerables consultas con especial atención.

A mis compañeros (becarios, investigadores y personal técnico) del CECOAL por haber colaborado conmigo en repetidas oportunidades de diferentes maneras.

Al director del CECOAL Dr. Juan José Neiff por permitirme tener al CECOAL como lugar de trabajo para desarrollar mis actividades.

A la Srita. Eva Acevedo por colaborar en el procesamiento de las muestras.

A Oscar Canteros por colaborar conmigo en el procesamiento de las muestras y montaje de los preparados estudiados y por su amistad incondicional.

A la Secretaría de Ciencia y Técnica de la UNNE por haberme otorgado dos becas (Iniciación y Perfeccionamiento) para iniciarme en la investigación.

Al CONICET por haberme beneficiado con dos becas doctorales.

A la Dra. Claudia Galli por responder siempre amablemente a mis innumerables pedidos y consultas.

A la Dra. Cecilia Macluf por responder a mis consultas y por su colaboración.

Al Dr. Marcelo Martínez y a la Dra. Mirta Quattrocchio por responder a mis consultas y pedidos bibliográficos.

Al personal de la Biblioteca del Instituto de Botánica del Nordeste (IBONE) por haberme atendido muy amablemente mis consultas y por su trato cordial durante mis visitas a la biblioteca.

A todos los que de alguna manera u otra contribuyeron al desarrollo de esta Tesis Doctoral o me prestaron su apoyo.

Por último, este agradecimiento va dirigido a los miembros del jurado de este trabajo de Tesis Doctoral, Dras. Mirta Quattrocchio, Viviana Barreda y Silvina Garralla por las sugerencias efectuadas, las cuales ayudaron a la mejora sustancial de esta contribución.

**RESUMEN. Palinofloras de las formaciones El Morterito y Palo Pintado (Mioceno Superior/Plioceno), noroeste de Argentina.** En esta Tesis Doctoral se presenta el estudio palinológico de dos unidades litológicas del Mioceno Tardío/Plioceno de Argentina: la Formación El Morterito (Aloformación Playa del Zorro) aflorante en el valle del Cajón, provincia de Catamarca y Formación Palo Pintado en el Valle Calchaquí, provincia de Salta. La sucesión Neógena del valle del Cajón fue primeramente descripta como Formación El Morterito, posteriormente se reconocieron tres Aloformaciones. Considerando las áreas de distribución de los afloramientos de dichas Aloformaciones, sus características sedimentarias y estructurales las dos localidades aquí estudiadas asignadas originalmente a la Formación El Morterito, pertenecen a la Aloformación Playa del Zorro. Por este motivo, se considera apropiado hacer referencia en el desarrollo de esta tesis a Aloformación Playa del Zorro en lugar de Formación El Morterito. Los sedimentos pelíticos y las areniscas-conglomerádicas de la Aloformación Playa del Zorro, asociadas a ambientes de lagos y ríos, se habrían depositado durante el Mioceno Superior/Plioceno entre los 7-3,5 Ma. La Formación Palo Pintado integra el Grupo Payogastilla, sedimentológicamente está compuesta por areniscas y pelitas, con conglomerados subordinados. El conjunto muestra una disposición en ciclos grano y estratodecrecientes de conglomerados soportados por matriz, areniscas cuarzosas, que culminan con niveles de pelitas verdes. Estos ciclos han sido interpretados como sistemas fluviales de baja jerarquía y baja movilidad; depositados entre los  $10.29 \pm 0.11$  Ma y los  $5.27 \pm 0.28$  Ma. Se estudiaron dos localidades de cada unidad, La Cascadita y El Totoral en la Aloformación Playa del Zorro, y Quebrada El Estanque y Río Calchaquí en la Formación Palo Pintado. La palinoflora se encuentra integrada por 38 especies de origen continental que corresponden a esporas de hongos, colonias de algas Chlorophyta, cigósporas de Zygnemataceae, esporas de Bryophyta y Monilophyta, granos de polen de Gnetophyta, Pinophyta y Magnoliophyta; entre ellas se encuentran mejor representadas las algas Chlorophyta, Zygnemataceae y Magnoliophyta. Considerando el hábito y hábitat de las especies actuales afines a los taxones fósiles se han identificado las paleocomunidades acuática, palustre, bosque de ribera, xerofítica y bosques de altura; siendo las paleocomunidades acuática y xerofítica las más significativas. En la localidad La Cascadita, además del estudio palinológico, se realizó el análisis de la materia orgánica palinológica total; debido a que se hallaron escasos palinomorfos afines a Tracheophyta (Monilophyta, Gimnospermas y Magnoliophyta). El estudio de la materia orgánica y sus



distintos tipos, fue relevante para evaluar el paleoambiente de depositación. En esta localidad a partir del análisis palinofacial se distinguen dos tipos de Palinofacies: Palinofacies tipo I, se caracteriza por la alta frecuencia relativa de fitoclastos semiopacos y opacos equidimensionales que indican ambientes oxidantes y denotan bajo transporte. La ausencia de granos de polen de Tracheophyta se debería a distintos factores como pH alcalino, potencial redox (Eh) relativamente oxidante (quizá temporalmente) y a la intensa actividad biológica. Palinofacies Tipo II, se caracteriza por la alta frecuencia relativa de palinomorfos y materia orgánica amorfa; a su vez presenta los más bajos valores de fitoclastos. Los fitoclastos translúcidos bioestructurados están mejor representados por cutículas con alta frecuencia relativa. El ambiente de depositación habría sido más reductor que la Palinofacies I, temporariamente anóxico y de poca profundidad, dada la presencia de fitoclastos bioestructurados y materia orgánica amorfa bien preservada. A partir de los palinomorfos se infiere que habrían existido cuerpos ácueos efímeros (por la presencia de colonias simples en estado juvenil de *Botryococcus braunii*) y bien oxigenados, seguidos de condiciones de stress hídrico por la presencia de quistes de resistencia de Zygnemataceae. En el ambiente terrestre, por la alta representatividad de esporas de hongos (*Glomus* sp. y *Lycoperdon* sp.) y especies de vegetación xerofítica se infiere un régimen climático semiárido. En la localidad Río Totoral, por la presencia de vegetación palustre e higrofílica (palinomorfos e impresiones) acompañada por el registro de vertebrados e invertebrados dulceacuícolas, las condiciones ambientales habrían sido localmente más húmedas, propicias para el desarrollo de comunidades vegetales y animales bajo un clima cálido con estacionalidad. En relación a la posición estratigráfica de ambas localidades en la Aloformación Playa del Zorro, se observa que las condiciones climáticas y ambientales se modificaron durante el transcurso del Mioceno Tardío/Plioceno desde semiáridas (La Cascadita) a cálidas con estacionalidad y localmente húmedas (Río Totoral). En la localidad Quebrada El Estanque, a lo largo de la columna estratigráfica, alternan cíclicamente cuerpos ácueos con condiciones meso- a eutróficas y buena disposición de oxígeno (indicado por la presencia de algas Chlorophyta) con otros que denotan condiciones de stress hídrico (por la presencia de cigósporas de Zygnemataceae). Los primeros habrían sido numerosos y prolongados (por la presencia de colonias ramificadas y con distintos estadios de desarrollo de *Botryococcus braunii*). Los cuerpos ácueos que denotan stress hídrico contienen además esporomorfos que habrían conformado las paleocomunidades palustre, xerofítica y

bosque de altura. La diversidad de Monilophyta se interpreta como de helechos oportunistas dado su rol importante en la restitución de la vegetación. El registro abundante de *Podocarpidites marwijkii* en esta asociación, se lo relaciona con la capacidad que muestra la especie actual afín (*Podocarpus parlatorei*) de colonizar sitios abiertos de altura y disturbados. En la localidad Río Calchaquí, no se registran integrantes de cuerpos ácueos y los palinomorfos señalan la existencia de un bosque higrófilo con estrato arbustivo-arbóreo, boques de altura y una paleocomunidad xerófila herbácea con escasos elementos arbustivo-arbóreos. Las diferencias ambientales entre las localidades de la Formación Palo Pintado, obedecerían a la posición estratigráfica de ambas; Río Calchaquí se encuentra en la base de la Formación Palo Pintado limitando con Formación Angastaco (en la que predominaron condiciones de sequedad extrema), mientras que Quebrada El Estanque corresponde a la parte medio superior y señalaría un mejoramiento en las condiciones climáticas. En ambas localidades las paleocomunidades se habrían desarrollado bajo un clima cálido con estacionalidad seca (tal vez más prolongada en Río Calchaquí). De la comparación efectuada con las palinofloras de otras formaciones miocénicas de los Valles Calchaquíes y Cordillera Frontal surge que con las formaciones San José (Mioceno Medio) y Chiquimil (Mioceno Superior) existe similitud en el registro de las cigósporas de Zygnemataceae que reflejan oscilaciones en el régimen hídrico, déficit de agua y cuerpos ácueos someros y por la presencia de elementos de recuperación (helechos y Podocarpaceas). Sin embargo, la diferencia radica en que en estas unidades las asociaciones de algas Chlorophyta presentan baja frecuencia relativa, por lo que se concluye que los episodios alternos, cíclicos, numerosos y prolongados detectados en la localidad Quebrada El Estanque (Formación Palo Pintado) son inéditos en palinofloras miocénicas. La Formación Anta (Mioceno Inferior-Medio) de Salta, presenta estrecha relación con la localidad La Cascadita (Aloformación Playa del Zorro) por la escasa preservación de palinomorfos, cuerpos ácueos efímeros, alta representatividad de esporas fúngicas y vegetación xerofítica, relacionados a condiciones ambientales secas. Las formaciones de la Cordillera Frontal (Cerro Morado, Del Buey, Pachaco y La Ollita) y el Pozo YPF.SE. LH.x -2 Los Horcones comparten en general con las unidades aquí estudiadas, el bajo número de especies fósiles de palinomorfos, la presencia de vegetación xerofítica y condiciones de clima cálido con estación seca y en alguna de ellas con tendencia a la aridez. La palinoflora de la Aloformación Playa del Zorro y de la Formación Palo Pintado, integran la Provincia Paleofitogeográfica Neotropical Neógena. Esta

palinoflora estuvo integrada principalmente por elementos que en la actualidad se encuentran en las Provincias Fitogeográficas del centro norte de la Argentina (de las Yungas, Paranaense, Chaqueña, del Monte y del Espinal), lo que lleva a reconocer en ella los antecesores de las mismas.

**ABSTRACT. Palynoflora of the El Morterito and Palo Pintado Formations (Upper Miocene-Lower Pliocene), of northwestern Argentina.**

This doctoral thesis presents the palynological study of two lithological units from the Upper Miocene/Pliocene of northwestern Argentina: the Playa del Zorro Alloformation outcropping in the Cajón valley, Catamarca province, and the Palo Pintado Formation, in the Calchaquí valley, Salta province. The Neogene succession of the Cajón valley was described as the El Morterito Formation, three Alloformations later recognized. The areas of distribution of the outcrops as well as the sedimentary and structural characteristics of these three Alloformations show that although they were originally assigned to El Morterito formation, they belong to the Playa del Zorro Alloformation. Thus, this thesis makes reference to the Playa del Zorro Alloformation rather than to the El Morterito formation. The siltites and conglomeratic sandstones of this unit are associated to lakes and rivers deposited during the Upper Miocene/Pliocene between 7 and 3.5 Ma. On the other hand, The Palo Pintado Formation, which is part of the Payogastilla Group, is sedimentologically composed of sandstones and silts with subordinate conglomerates. The unit shows grain- and stratum-decreasing cycles of matrix-supported conglomerates, quartzite sandstones, and finishing with green silts. These cycles have been interpreted as low-grade fluvial systems with low motility, deposited between  $10.29 \pm 0.11$  Ma and  $5.27 \pm 0.28$  Ma. Two localities of each unit were studied: La Cascadita and Río Totoral from the Playa del Zorro Alloformation and Quebrada El Estanque and Río Calchaquí from the Palo Pintado Formation. The complete palynoflora is composed of 38 continental species of fungal spores, Chlorophyta algae colonies, Zygnematacean zygospores, Bryophyte and Monilophyta spores and pollen grains of Gnetophyta, Pinophyta and Magnoliophyta. The best represented are the Chlorophyta algae, the Zygnemataceae and the Magnoliophyta.

Considering the habitat and habits of recent species with affinities to fossil ones, aquatic communities, swamps, riparian forests, and xerophytic and upland forests were identified, being the aquatic and xerophytic communities the most significant ones. At La Cascadita, besides the palynology, total organic palynological matter was analyzed, as only few palynomorphs with affinities to Tracheophyta (Monilophyta, Gimnosperms and Magnoliophyta) were found. The study of organic matter was relevant to evaluate the paleoenvironment. Based on this, at La Cascadita, two palynofacies can be distinguished: the palynofacies type I, characterized by the high frequency of opaque and semiopaque equidimensional phytoliths, which indicate oxidizing environments and short transport, and the absence of Tracheophyte pollen, which might be due to different factors like alkaline pH, relatively oxidizing (temporal) redox (Eh) potential and intense biological activity; and the palynofacies type II, characterized by relatively high palynomorph frequencies and amorph organic matter with low numbers of phytoclasts, among which translucent, biostructured phytoclasts are better represented by cuticles. The depositional environment would have been more reducing than palynofacies I, as well as temporarily anoxic and shallow, given the presence of these translucent biostructured phytoclasts and amorph organic matter. The palynomorphs indicate the existence of ephemeral well-oxygenated water bodies (because of the presence of simple, juvenile colonies of *Botryococcus braunii*), followed by hydric stress conditions shown by the presence of Zygnematacean cysts. In the terrestrial environment, the high representation of fungal spores (*Glomus* sp. and *Lycoperdon* sp.) and xerophytic pollen allowed inferring a semiarid climate. At the Río Totoral locality, the presence of swamp and hygrophilous vegetation (palynomorphs and impressions) accompanied by vertebrate and fresh water invertebrates indicates that the conditions would have been more humid and reducing, i.e. favorable for the development of plant

and animal communities under a warm seasonal climate. As to the stratigraphic position of both localities within the Playa del Zorro Alloformation, it is observed that the climatic and environmental conditions would have changed from semiarid (La Cascadita) to warm, locally seasonally humid (Río Totoral) during the Late Miocene/Pliocene. At Quebrada El Estanque, there is a cyclic alternation between water bodies under meso- to eutrophic conditions with good oxygen supply (shown by the presence of Chlorophyta algae) and other bodies under hydric stress. The former would have been abundant and prolonged (shown by the presence of ramified and well developed colonies of *Botryococcus braunii*). The levels under hydric stress with zygospores of Zygnemataceae are accompanied by sporomorphs of the surrounding vegetation with communities of swamp, xerophytic and upland forest communities. The diversity of Monilophyta is interpreted as belonging to ferns, given its role in the restoration of the vegetation. Likewise, the abundant record of *Podocarpidites marwickii* in this association reflects the capacity of the extant species (*Podocarpus parlatoresi*) in colonizing disturbed and higher places. At the Río Calchaquí locality, no water bodies were recorded and the palynomorphs indicate the presence of hygrophilous forest with a shrub stratum, upland forests and a herbaceous xerophilous paleocommunity with scarce tree-shrub elements. The environmental differences within the localities of the Palo Pintado Formation would be due to their stratigraphic positions: Río Calchaquí is at the base of the Formation close to the Angastaco Formation (with extreme dry conditions), while Quebrada El Estanque is located in the middle-upper part under better climatic conditions. At both localities, the paleocommunities would have developed under warm, seasonally dry climate (probably more prolonged at Río Calchaquí). The comparison with other Miocene paleofloras of the Valles Calchaquíes shows that there is some similarity to the San José (Middle

Miocene) and Chiquimil (Upper Miocene) formations regarding the records of Zygnematacean zygospores, which reflect hydric oscillations, water deficit and shallow water bodies, and the presence of recovery elements (ferns and Podocarpaceae). The main difference is that Chlorophyta algae show very low frequency. Thus, it is concluded that the alternating, cyclic, abundant and prolonged episodes detected at Quebrada El Estanque (Palo Pintado) are unknown in Miocene palynofloras. The Anta Formation (Lower-Middle Miocene) from Salta province is closely related to La Cascadita locality (Playa del Zorro Alloformation) due to the scarce palynomorphs, ephemeral water bodies, high representation of fungal spores and xerophytic vegetation, under warm, dry climate, and in some of them with a tendency to arid conditions. The Cordillera Frontal Formations (Cerro Morado, Del Buey, Pachaco, Chinchas and La Ollita) and the YPF.SE. LH.x-2 Los Horcones oil well and the units studied herein in general share the low number of fossil species, the presence of xerophytic vegetation and warm climate with seasonally dry conditions, in some cases with a tendency to aridity. The palynofloras of the Playa del Zorro Alloformation and the Palo Pintado Formation are part of the Neogene Neotropical paleographic Province. This palynoflora was integrated mainly by elements which at present are found in the Phytogeographic Provinces of central and north Argentina (Yungas, Paranaense, Chaqueña, del Monte and Espinal), thus recognizing it as ancestral to them.

Horn, M.Y. *Palinofloras de las formaciones El Morterito y Palo Pintado (Mioceno Superior-Plioceno Inferior), Noroeste de Argentina.*

# **CAPÍTULO I**

## **INTRODUCCIÓN**



## I. INTRODUCCIÓN

### 1.1. INTRODUCCIÓN

Durante el Mioceno y Plioceno diferentes factores afectaron las condiciones climáticas que existían hasta ese momento provocando la declinación de la temperatura a nivel mundial y el incremento de la aridez. El ascenso andino habría tenido un rol determinante, al igual que los cambios en la circulación oceánica y atmosférica, el desarrollo de la calota de hielo antártica y el vulcanismo. Este deterioro climático produjo cambios en la vegetación, es así que los cerrados bosques y selvas derivaron hacia el desarrollo progresivo de áreas boscosas con presencia de comunidades abiertas y el predominio de formas herbáceo-arbustivas (Barreda *et al.*, 2007). En Argentina, la región de los valles Calchaquíes fue afectada puntualmente por la elevación andina que actuó como barrera para los vientos procedentes del Atlántico, que habrían condensado la humedad en el flanco oriental de los Andes (Starck y Anzótegui, 2001). Al mismo tiempo, el valle del Cajón sufrió elevaciones del relieve por el levantamiento de las Sierras de Quilmes las que además de actuar como barreras fisiográficas para los vientos también afectaron el drenaje y escurrimiento de los ríos (Bossi *et al.*, 1992). Las erupciones volcánicas eyectan a la estratósfera columnas y nubes eruptivas formadas por gases. Estos gases junto con el polvo volcánico forman aerosoles en la alta atmósfera, que constituyen “nubes volcánicas” siguiendo pautas de circulación global. Los aerosoles volcánicos absorben parte de las radiaciones infrarrojas que devuelve la tierra y dispersan o reflejan la radiación solar, limitando su llegada a la tierra. El efecto total denominado *forzado climático*, representa un calentamiento de la estratósfera y un enfriamiento equivalente de la tropósfera (Fúster Casas, 2000).

En el valle Calchaquí, al suroeste de la provincia de Salta aflora la Formación Palo Pintado, cuyas areniscas y pelitas se depositaron durante el Mioceno Tardío/Plioceno, entre los  $10.29 \pm 0.11$  Ma (Galli *et al.*, 2008) y los  $5.27 \pm 0.28$  Ma (Coutand *et al.*, 2006). El registro fósil procedente de distintas localidades de esta Formación cuenta con restos de invertebrados dulceacuícolas (Morton 1992, Morton y Herbst 2012), escamas y vértebras de peces, escamas de tortuga, restos de *Caiman* sp. y mamíferos ungulados (Stark y Anzótegui, 2001, Bona *et al.*, 2011). En relación a los registros paleobotánicos se conocen hasta el momento un total de 20 especies entre impresiones de hojas de angiospermas, fragmentos de frondes de helechos, frutos (se destacan los aquenios asignados a Cyperaceae), escasos leños y palinomorfos (Herbst *et al.*, 1987, Acevedo *et al.*, 1997 y 1998, Anzótegui, 1998, Anzótegui y Cuadrado, 1996,

Anzótegui y Horn, 2007, 2009 y 2011, Lutz y Martínez, 2007, Mautino, 2007). Teniendo en cuenta los hábitat asignados a estos fósiles y al análisis sedimentológico de la unidad, Galli *et al.* (2011) determinaron paleocomunidades ácueas, palustres, bosques higrófilos y xerófilos, las que se habrían desarrollado bajo condiciones climáticas cálidas con estación seca.

La sucesión Neógena del valle del Cajón ubicado en la zona noroeste de la Provincia de Catamarca, fue descrita por Turner en 1973 como Formación El Morterito. Posteriormente Bossi *et al.* (1992), la dividen en tres secuencias separadas por disconformidades: Aloformación Peñas Azules (Secuencia I), Aloformación Playa del Zorro (Secuencia II) y Aloformación El Totoral (Secuencia III). Considerando las áreas de distribución de los afloramientos de las citadas Aloformaciones, como así también sus características sedimentarias y estructurales (Bossi *et al.*, 1992, 1993 y 2000, Vides y Bazán, 2004, y Vides, 2009), se reconoce que las dos localidades estudiadas aquí, que originalmente fueron asignadas a la Formación El Morterito, pertenecen a la Aloformación Playa del Zorro. Por este motivo, se considera apropiado hacer referencia en el desarrollo de esta tesis a la Aloformación Playa del Zorro en lugar de Formación El Morterito. Los sedimentos pelíticos y las areniscas-conglomerádicas de la Aloformación Playa del Zorro se habrían depositado durante el Mioceno Tardío/Plioceno entre los 7-3,5 Ma. (Georgieff *et al.*, 2012). El registro fósil de invertebrados y vertebrados de esta Aloformación, está compuesto por moluscos dulceacuícolas y terrestres (Morton, 2004, Morton y Herbst, 2012), roedores, reptiles aves y mamíferos (Bossi *et al.*, 1992, Esteban y Nassif, 1996, entre otros). El registro paleobotánico está dado por marcas y petrificaciones de raíces y troncos de árboles (Bossi *et al.*, 1993), así como también por impresiones de hojas de angiospermas (Anzótegui, 2006, Anzótegui *et al.*, 2007). En base a la paleoflora hallada en la localidad Río Totoral y teniendo en cuenta los datos sedimentológicos, Anzótegui *et al.* (2007) infieren el predominio de ambientes abiertos y secos con vegetación xerófila y otros algo más húmedos con bosques de ribera, característicos de climas cálidos con estación seca.

Desde el punto de vista botánico, el Mioceno fue una época importante en la historia evolutiva de las angiospermas porque que se instalan y diversifican los antecesores de la mayoría de los taxones actuales, por esta razón es posible encontrar mayor similitud entre los taxones fósiles y los actuales. Este factor contribuye a

mejorar el conocimiento de las paleofloras y permite detectar el grado de distribución y ambiente que habrían tenido los taxones fósiles.

Los palinomorfos (colonias/cigósporas de algas, esporas de hongos briófitos y helechos y granos de polen), usualmente presentan una distribución regular a lo largo de una columna estratigráfica. El análisis de las diferentes asociaciones presentes en niveles sedimentarios consecutivos, permite establecer la evolución y transformaciones de las mismas durante de un determinado lapso de tiempo.

En base a estos criterios se realiza por primera vez el estudio palinológico secuencial de las localidades Quebrada El Estanque y Río Calchaquí de la Formación Palo Pintado, igualmente de La Cascadita y Río Totoral de la Aloformación Playa del Zorro.

Cabe destacar que de la localidad La Cascadita se analiza también la materia orgánica palinológica acompañante, para complementar la información paleoambiental aportada por los palinomorfos.

Se aclara que en el título se menciona como edad de las unidades estudiadas Mioceno Superior, pero en el texto se hace referencia a Mioceno Temprano/Tardío conforme al Código Argentino de Estratigrafía (1992, Unidades Geocronológicas Art. 87).

## **1.2. OBJETIVOS**

### Objetivo general

Caracterizar desde el punto de vista palinológico la Aloformación Playa del Zorro y la Formación Palo Pintado (Figura 1).

### Objetivos específicos

- 1) Determinar de manera taxonómica los palinomorfos hallados.
- 2) Establecer las afinidades de los taxones fósiles con los de la flora actual.
- 3) Analizar de forma cualitativa y cuantitativa las asociaciones palinológicas para luego establecer la distribución vertical de los taxones.
- 4) Correlacionar los resultados de las formaciones estudiadas con los resultados previos de otras formaciones regionales coetáneas.

### 1.3. UBICACIÓN GEOGRÁFICA DEL ÁREA DE ESTUDIO

Las unidades litológicas estudiadas afloran en el sur de la provincia de Salta y en el centro-norte de Catamarca, en los valles Calchaquí y del Cajón respectivamente.

Los depósitos sedimentarios cenozoicos estudiados de la Formación Palo Pintado, se encuentran ubicados en la zona sur del Valle Calchaquí (entre San Rafael, al norte de San Carlos, y Angastaco), entre los 25°41'01"S-66°07'55"W y los 25°40'59"S-66°05'49"W, aproximadamente a 200km de la ciudad de Salta (Figura 1).

El Valle del Cajón, es una depresión tectónica de sentido norte-sur dentro de la provincia geológica de Sierras Pampeanas Occidentales. Geográficamente se encuentra ubicado en la zona noroeste de la Provincia de Catamarca (Argentina) y se encuentra comprendido entre la Sierra del Cajón o de Quilmes al este, la Sierra de Chango Real al oeste y las Cuchillas de la Ciénaga al norte (Parra y Morales, 2003).

### 1.4. PROVINCIAS FITOGEográfICAS DEL ÁREA EN ESTUDIO, CARACTERÍSTICAS GENERALES

De las siete grandes regiones fitogeográficas de la tierra (Holártica, Paleotropical, Capense, Neotropical, Antártica y Australiana), tres están representadas en la Argentina, pero la mayor parte del territorio continental pertenece a la Región Neotropical. La vegetación actual (Cabrera, 1976) característica del área en estudio se corresponde con la vegetación de los Dominios Chaqueño y Andino Patagónico con sus respectivas provincias fitogeográficas.

#### Dominio Chaqueño

-Provincia Chaqueña: se extiende por las provincias de Formosa, Chaco, este de Salta, Jujuy y Catamarca, oeste de Corrientes, Norte de Córdoba y Santa Fe hasta La Rioja y San Luis. Limita al oeste con la Provincia de las Yungas. El clima es cálido, con precipitaciones estivales escasas en la zona occidental y abundante en la zona oriental. En cuanto a la vegetación, predominan los bosques caducifolios xerófilos, pero también están presentes palmeras, sabanas, pajonales, estepas halófilas, cardonales, etc.

En esta Provincia pueden diferenciarse cuatro Distritos bien caracterizados: Distrito Chaqueño Oriental, Occidental, Serrano y de las Sabanas. El Distrito Chaqueño Occidental (con “quebracho colorado”, *Schinopsis lorentzii*), se extiende por el este de las provincias de Salta y Catamarca, es más seco que el distrito oriental, con clima

continental más marcado. La vegetación está formada por bosques xerófilos, algunos palmares, estepas halófilas, y sabanas edáficas o inducidas por incendios o por desmontes.

### Dominio Andino Patagónico

-Provincia Altoandina: se extiende por las altas montañas del oeste del país desde el límite con Bolivia hasta Tierra del Fuego. En Salta y Jujuy se encuentra a los 4400 m de altura. Hacia el sur se prolonga por el sistema del Aconquija, en los nevados del Cajón y de la Sierra de Famatina y luego sólo sobre la cordillera de los Andes en San Juan y Mendoza. El clima es frío y seco, con precipitaciones en forma de nieve o granizo en cualquier estación del año. La humedad relativa del ambiente es baja y los vientos muy fuertes. Predomina la vegetación de estepas gramíneas y de caméfitos. También se hallan otros tipos de vegetación como de estepas arbustivas y semidesierto de líquenes. Los vegetales mencionados presentan adaptaciones al frío y a los vientos fuertes. Esta provincia está dividida en tres Distritos: Altoandino Quichua, Altoandino Cuyano y Altoandino Austral. El distrito Altoandino o Quichua, se extiende a lo largo de las altas montañas de la Cordillera Oriental y de la Cordillera de los Andes (desde el límite hasta la Rioja). Suele hallarse entre los 4.300 y 4.600 m. La vegetación predominante es la estepa gramínea, también existen caméfitos y sectores de completo desierto.

-Provincia De la Puna o Puneña: se extiende por las altas montañas y mesetas del noroeste argentino, desde el límite con Bolivia hasta el norte de Mendoza. Hacia el sur limita algunas veces con la Provincia Prepuneña y otras con los pisos más elevados de las Provincias de las Yungas y del Monte. Hacia el norte limita con la provincia Altoandina. El clima del Altiplano es frío y seco con gran amplitud térmica diaria, lluvias estivales y ausencia de nieve. Desde el punto de vista climático puede dividirse a la Puna en dos zonas, una más húmeda, al este, llamada “puna seca” (donde hay lagunas y ríos permanentes) y otra al sudoeste correspondiente a la “puna desértica”. Predomina la estepa arbustiva, aunque también están presentes la estepa herbácea, halófila y sammófila y vegas. Esta Provincia tiene afinidad con la Provincia Patagónica ya que muchos géneros dominantes son comunes a ambas Provincias.

## 1.5. ANTECEDENTES PALINOLÓGICOS Y PALEOBOTÁNICOS

### **Formación Palo Pintado**

1) Antecedentes Palinológicos: el registro palinológico de esta unidad procede de escasas muestras sedimentarias tomadas al azar en cinco localidades, Quebrada del Horno, Quebrada El Estanque, Quebrada de Alfredo y Quebrada de Peyué, se encuentra documentado en Anzótegui y Cuadrado (1996), Acevedo *et al.* (1997), Acevedo *et al.* (1998) y Mautino (2007), consta de unas 66 especies repartidas entre colonias de algas dulceacuículas Chlorophyta, cigósporas de Zygnemataceae, esporas de briófitos y pteridofitas, granos de polen de gimnospermas y angiospermas. Las algas se habrían desarrollado en cuerpos de agua lenticos y estables, rodeados por una selva marginal estratificada los que se habrían desarrollado bajo un clima subtropical húmedo. No obstante se registra también la presencia de palinomorfos indicadores de ambientes más secos y vegetación de bosques montanos.

2) Antecedentes Paleobotánicos: se conocen hasta el momento un total de 20 especies entre impresiones de hojas de angiospermas, fragmentos de frondes de helechos y frutos (se destacan los aquenios asignados a Cyperaceae) y escasos leños (Herbst *et al.* 1987, Anzótegui, 1998, Anzótegui y Horn, 2007, 2009 y 2011, Lutz y Martínez, 2007 y Anzótegui *et al.*, 2011).

Stark y Anzótegui (2001) mediante el análisis estratigráfico, sedimentológico y paleontológico de diferentes formaciones cenozoicas del noroeste argentino (incluida Palo Pintado) detectaron que durante el transcurso del Mioceno tardío se sucedieron cambios en el clima, lo que resulta evidente en el área del Valle Calchaquí.

Galli *et al.* (2011) exponen los resultados del estudio de los depósitos sedimentarios y fósiles de la Formación Palo Pintado, interpretan el paleoambiente a partir de la arquitectura fluvial y relacionan estos resultados con las paleocomunidades presentes y las condiciones paleoclimáticas bajo las cuales se habrían desarrollado.

Anzótegui y Horn (2011) con el aporte de nuevas especies de impresiones de frondes de helechos y hojas de angiospermas reafirman las paleocomunidades antes mencionadas.

### **Aloformación Playa del Zorro**

1) Antecedentes Palinológicos: no se cuenta con contribuciones paleopalinológicas previas.

2) Antecedentes Paleobotánicos: se conoce el aporte de Anzótegui *et al.* (2007), quienes describen siete géneros y nueve especies de impresiones de hojas de Fabaceae, (subfamilias Caesalpinoideae, Momosoideae y Palpiliodoideae) En base a estos y a otros datos sedimentológicos, infieren el predominio de ambientes abiertos y secos con vegetación xerófila y otros algo más húmedos con bosques de ribera, característicos de climas cálidos.

#### **1.5.1. Estudios palinológicos en formaciones del Mioceno de los Valles Calchaquies y Cordillera Frontal**

Se presenta en forma resumida los resultados del análisis palinológico, (en algunos casos también palinofacial) y datos paleoambientales de nueve formaciones del Mioceno de las áreas geográficas comprendidas en los Valles Calchaquies y la Cordillera Frontal. Los taxones fósiles se exponen en las tablas 1 y 2.

Barreda *et al.* (2007) utilizaron dichos registros y otros datos paleobotánicos para el reconocimiento de las provincias paleo-fitogeográficas ya establecidas en la bibliografía (Neotropical y *Nothofagidites*) y delimitaron la Provincia de Transición para el Mioceno Temprano a Medio y la Provincia del Proto-Espinal/Estepa para el Mioceno Tardío-Plioceno.

1) Formación Anta (Mioceno Medio) Grupo Orán, Subgrupo Metán, provincia de Salta. Rivero de Dibi *et al.* (2001) en sedimentos aflorantes en el río Piedras, departamento de Metán, registraron 10 especies de esporas de hongos, a su vez en la misma localidad, Quattrochio *et al.* (2003) hallaron, además de esporas de hongos, colonias de algas Chlorophyta, esporas de briófitos, granos de polen de gimnospermas y angiospermas. Presentan también los resultados del análisis palinofacial de esta localidad.

El análisis palinológico refleja, la existencia de: selva subtropical (en bajo porcentaje), una paleocomunidad de mayor altura, y estepa gramínea con briófitos y hongos asociados (algunos de ellos son comparables a formas actuales saprófitas y parasíticas que habitan en climas cálidos). Por su parte el análisis palinofacial apoya la existencia de un ambiente árido continental.

## 2) Formación San José (Mioceno Medio) valle de Santa María, Tucumán.

En Mautino (2010) se reúnen los resultados previos presentados en Mautino (2007 y 2011), Mautino y Anzótegui (2000a) y Mautino *et al.* (2004). En esta unidad se halló un total de ciento cincuenta y ocho especies entre algas Chlorophyta, cigósporas de Zygnemataceae, esporas de briófitos y pteridófitas, granos de polen de gimnospermas y angiospermas. Estos palinomorfos habrían conformado las paleocomunidades hidrófila, higrófila, xerófila, y boscosa de altura. Para la paleocomunidad xerofítica se propone la existencia de una sabana arbolada como vegetación característica. Estas paleocomunidades se habrían desarrollado bajo un clima cálido con estacionalidad, a la vera de cuerpos ácueos fluviales y lagunares en terrenos bajos e inundables. Desde el punto de vista paleoambiental, los disturbios paleoecológicos fueron ocasionados por oscilaciones del nivel de agua en los cuerpos ácueos (eventos de sequía–inundación).

## 3) Formación Chiquimil (Mioceno Tardío), valle de Santa María, Catamarca.

En Mautino (2010) se reúnen los resultados previos presentados en Mautino (2007 y 2011), Mautino y Anzótegui (1998, 2000, 2002a y b) y Mautino *et al.* (1998). Se reconoció para esta unidad un total de ciento cincuenta y cuatro especies entre colonias de algas Chlorophyta, cigósporas de Zygnemataceae, esporas de briófitos y pteridófitas, granos de polen de gimnospermas y angiospermas (43% del espectro polínico). Entre las paleocomunidades inferidas (hidrófila, higrófila, halófila xerófila, y boscosa de altura) son de destacar la xerofítica y halofítica, la primera habría conformado una sabana herbácea con escasos elementos arbóreos y en la segunda los estratos herbáceo y arbustivo estaban mejor representados. La vegetación se habría desarrollado bajo un clima cálido con una marcada estacionalidad seca. Desde el punto de vista paleoecológico Mautino (2010) determina que la dinámica de la vegetación habría estado regida por disturbios originados por eventos de sequía-inundación.

## 4) Formación Cerro Morado (Mioceno Temprano/Medio), Precordillera, La Rioja.

Barreda *et al.* (2003) hallaron una asociación poco diversa (19 especies) compuesta por abundantes colonias de algas Chlorophyta, esporas de briófitos y pteridófitas, granos de polen de gimnospermas y angiospermas. Se suma a la misma una población de quistes de dinoflagelados de agua salobre.



5) Formación del Buey (Mioceno Medio), sierra de Famatina, La Rioja. Barreda *et al.* (2006), detectaron una asociación palinológica poco abundante (20 especies) y poco diversa conformada por algas Chlorophyta, esporas de briófitos y pteridofitos, granos de polen de gimnospermas y angiospermas. La asociación recuperada sugiere la existencia de un cuerpo de agua dulce a salobre en cuyo entorno se habría desarrollado un paisaje abierto con comunidades halófitas y xerófitas. Las condiciones climáticas habrían sido cálidas a templadas (por la presencia de elementos tropicales).

6) Formación Pachaco, Miembro Inferior (Eoceno Tardío/Mioceno), Precordillera Central, San Juan. Prámparo *et al.* (1995 y 1996), describen unos 25 taxones entre los que hallaron abundantes restos de colonias de algas Clorofíceas, escasas esporas de briófitas/pteridófitas, granos de polen de gimnospermas y numerosos granos de angiospermas. Teniendo en cuenta las diferentes asociaciones, las mismas se habrían desarrollado en ambientes con cierta aridez donde se localizaban cuerpos de agua dulceacuículas más o menos permanentes (Prámparo *et al.*, 1995).

7) Formación Chinchas (Mioceno Temprano/Medio) Cordillera Frontal, San Juan. Ottone *et al.* (1998), hallaron 30 especies correspondientes a colonias de algas Chlorophyta, esporas de briófitos y pteridofitas, granos de polen de gimnospermas y angiospermas. A ellos se suman restos de dinoflagelados y microforaminíferos.

El alto porcentaje de palinomorfos continentales junto a quistes de dinoflagelados y microforaminíferos sugiere un ambiente de marisma salobre. En áreas distales a este ambiente se habrían desarrollado cuerpos lacustres donde se encontraban las algas clorococcales, la vegetación herbácea-arbustiva (con especies halófitas-xerófitas) y los elementos arbóreos. El clima habría sido relativamente seco y las condiciones de humedad habrían sido bajas con altas temperaturas.

8) “Serie del Yeso” (Formación La Ollita) (Mioceno Medio), alta Cordillera, Valle del Cura, San Juan. Barreda *et al.* (1998) hallaron una palinoflora diversa (40 spp.) integrada por esporas de hongos, colonias de algas Chlorophyta, esporas de briófitas y pteridófitas, granos de polen de gimnospermas y angiospermas de origen continental y escasos elementos de aguas salobres como quistes de dinoflagelados y acritarcos. El análisis de estas asociaciones polínicas sugieren el desarrollo de comunidades acuáticas en cuerpos lagunares con salinidad mayor a la normal (por la presencia de

dinoflagelados y acritarcos), comunidades litorales y abiertas en su mayoría herbáceas y arbustivas desarrolladas bajo un clima templado cálido y relativamente árido.

**9) Pozo YPF.SE. LH.x-2 Los Horcones** (Mioceno Medio), Santiago del Estero. Ottone *et al.* (2012), en esta comunicación dan a conocer siete especies de palinomofos entre los cuales se hallan colonias de algas Chlorophyta, granos de polen de gimnospermas y angiospermas y los que se suman dinoflagelados y microforaminíferos. La comunidad acuática se habría desarrollado en ambientes ácueos de salinidad variable y la vegetación circundante habría sido mayormente herbáceo-arbustiva. Las mismas se habrían desarrollado bajo un clima templado-cálido.

	Formaciones de los Valles Calchaquies			
	Fm. Anta	Fm. Palo Pintado	Fm. San José	Fm. Chiquimil
<b>Edad</b>	Mioceno Medio	Mioceno Tardío/Plioceno	Mioceno Medio	Mioceno Tardío
<b>Provincia</b>	Salta	Salta	Catamarca	Catamarca
<b>Hongos</b>				
<i>Inapertisporites</i> sp. (en Rivero de Dibi <i>et al.</i> , 2001)	X			
<i>Monoporisporites</i> sp. (en Rivero de Dibi <i>et al.</i> , 2001)	X			
<i>Plyporisporites</i> sp. (en Rivero de Dibi <i>et al.</i> , 2001)	X			
<i>Hypoxylonites</i> sp. (en Rivero de Dibi <i>et al.</i> , 2001)	X			
<i>Lacrimasporonites</i> sp. (en Rivero de Dibi <i>et al.</i> , 2001)	X			
<i>Diporisporites</i> sp. (en Rivero de Dibi <i>et al.</i> , 2001)	X			
<i>Exesisporites</i> sp. (en Rivero de Dibi <i>et al.</i> , 2001)	X			
<i>Dicellaesporites</i> sp. (en Rivero de Dibi <i>et al.</i> , 2001)	X			
<i>Deltischia</i> sp. (en Rivero de Dibi <i>et al.</i> , 2001)	X			
<i>Dyadosporites</i> sp. (en Rivero de Dibi <i>et al.</i> , 2001)	X			
Formas A, B y C (en Rivero de Dibi <i>et al.</i> , 2001)	X			
<b>Algas</b>				
<b>Chlorophyta</b>				
<i>Botryococcus braunii</i> Kützing		X	X	X
<i>Coelastrum</i> sp. (Coelastraceae) (en Mautino, 2007)		X	X	
<i>Cymatiosphaera</i> sp. (en Mautino, 2007)		X	X	X
<i>Pediastrum simplex</i> (Meyen) Lemmermann		X		
<i>P. boryanum</i> var. Longicorne Reinsch		X		
<i>Pediastrum</i> spp. (en Quattrocchio <i>et al.</i> , 2003)	X			
<i>Oedogonium cretaceum</i> Ziipi (Oedogoniaceae)		X	X	
<i>Sphaeroplea miocenica</i> Mautino (Sphaeropleaceae)			X	
<b>Zygnemataceae</b>				
<i>Lecaniella korsodensis</i> Batten, Koppelhus y Nielsen		X	X	X
<i>Ovoidites sprigii</i> (Cookson y Dettman) Zippi		X	X	
<i>Ovoidites parvus</i> (Cookson y Dettman) Nakoman		X	X	X
<i>Ovoidites grandis</i> Zippi		X		
<i>Ovoidites</i> sp. 1 (en Mautino, 2007)		X		
<i>Ovoidites</i> sp. 2 (en Mautino, 2007)			X	
<i>Schizosporis</i> sp. (en Mautino, 2007)		X	X	
<b>Bryophyta</b>				
<i>Cingutritetes australis</i> (Cookson) Archangelsky (Sphagnumales)		X		
<i>Phaeceros</i> sp. (Anthocerotales) (en Quattrocchio <i>et al.</i> , 2003)	X			

<i>Reboulisporites fueguiensis</i> Zamaloa y Romero (Aytoniaceae)		X		
<i>Reboulisporites</i> sp.(Aytoniaceae)		X	X	
<i>Riella</i> sp. (Riellaceae) (en Quattrocchio <i>et al.</i> , 2003)	X			
<i>Verrucingulatisporites</i> sp. (Mautino y Anzótégui, 2000)			X	
<i>Rousea patagónica</i> (Ricciaceae)	X			
<b>Pteridophyta</b>				
<i>Bicingulispora concentrica</i> Frederiksen <i>et al.</i> (Cryotogrammataceae)		X		
<i>Biretisporites potoniaei</i> (Delcourt y Sprumont) Delcourt <i>et al.</i>				X
<i>Cicatricosisporites</i> sp. (Mautino y Anzótégui, 2000a)			X	
<i>Cyatheacidites</i> cf. <i>C. annulatus</i> Cookson ex Potonié (Lophosoriaceae) (en Acevedo <i>et al.</i> , 1997)		X		
<i>Cyathidites minor</i> Couper				X
<i>Deltoidospora</i> sp. (Cyatheaceae?) Mautino y Anzótégui, 2000)			X	X
<i>Deltoidospora</i> sp. (Cyatheaceae?) (en Acevedo <i>et al.</i> , 1997)		X		
<i>Dicyophyllidites chiquimilense</i> Mautino y Anzótégui (Matoniaceae y Cyatheaceae)			X	X
<i>Dictyophyllidites mortoni</i> (De Jersey) Playford y Dettmann (Matoniaceae y Dipteridaceae)		X		
<i>Gleicheniidites bulbosus</i> Kemp		X		
<i>Gleicheniidites</i> cf. <i>senonicus</i> Ross (Gleicheniaceae) (en Acevedo <i>et al.</i> , 1997)		X		
<i>Gleicheniidites senonicus</i> Ross			X	X
<i>Klukisporites</i> sp.(en Mautino y Anzótégui, 2000)			X	X
<i>Laevigatosporites ovatus</i> Wilson y Webster			X	X
<i>Leiotriletes regularis</i> (Pflug, Krutzsch) Archangelsky		X	X	
<i>Leiotriletes</i> sp. (en Mautino y Anzótégui, 2000)				X
<i>Murcingulisporis verrucosus</i> Mautino y Anzótégui (Pteridaceae)		X	X	X
<i>Nijssenosporites</i> sp. (Adiantaceae) (en Acevedo <i>et al.</i> , 1997)		X		
<i>Osmundacidites ciliatus</i> Sah (Osmundaceae)				X
<i>Plicatella</i> sp. (Anemiaceae) (en Acevedo <i>et al.</i> , 1997)		X		
<i>Polypodiaceiosporites retirugatus</i> Muller (Pteridaceae)		X		
<i>Polypodiisporites radiatus</i> Pocknall y Mildenhall		X		
<i>Polypodiisporites</i> sp. (Polypodiaceae) (en Acevedo <i>et al.</i> , 1997)		X		

<i>Polypodiisporites</i> sp. (Polypodiaceae) (en Mautino y Anzótegui, 2000a)			X	
<i>Polypodiisporites speciosus</i> (Harris) Khan y Martin				X
<i>Polypodiaceosporites tumulatus</i> Partridge			X	X
<i>Stereisporites antiquasporites</i> (Wilson y Webster) Dettman				X
<i>Todisporites minor</i> Couper		X		
<i>Tuberculatosporites</i> sp. (en Mautino y Anzótegui, 2000a)			X	
<i>Tuberculatosporites parvus</i> Archangelsky 1972				X
<i>Undulatisporites</i> sp. (en Mautino y Anzótegui, 2000)			X	X
<i>Verrucingulatisporites</i> sp. (en Mautino y Anzótegui, 2000)				X
<i>Verrucosisporites</i> sp. (en Mautino y Anzótegui, 2000a)			X	
<i>Verrucosisporites subsphaerica</i> Acevedo et al. (Cyatheaceae)		X		
<b>Gymnospermas</b>				
<i>Equisetosporites claricristatus</i> (Shakmundes) Barreda (Ephedraceae)				X
<i>Equisetosporites lusaticus</i> (Kruttsch) Barreda				X
<i>Equisetosporites notensis</i> (Cookson) Romero				X
<i>Equisetosporites</i> sp. ( en Mautino y Anzótegui, 2002a)			X	X
<i>Podocarpidites elegans</i> Romero (Podocarpaceae)				X
<i>Podocarpidites ellipticus</i> Cookson				X
<i>Podocarpidites exiguus</i> Harris				X
<i>Podocarpidites marwickii</i> Couper	X	X	X	X
<i>Podocarpidites microreticuloidata</i> Cookson				X
<i>Podocarpidites rugulosus</i> Romero			X	X
<i>Podocarpidites verrucosus</i>				
<i>Podocarpidites</i> sp. (en Mautino y Anzótegui 2000a)			X	
<b>Angiospermas</b>				
<i>Arecipites asymmetricus</i> Frederiksen (Arecaceae)				X
<i>Arecipites</i> sp. (en Mautino y Anzótegui 2000a)				X
<i>Areolipollis pirenii</i> Mautino (Acanthaceae),			X	X
<i>Areolipollis insularis</i> Mautino (Acanthaceae),			X	X
<i>Baumannipollis variaperturatus</i> Barreda			X	X
<i>Baumannipollis</i> sp. 1 (en Mautino y Anzótegui 2002a)			X	X
<i>Baumannipollis</i> sp. 2 (en Mautino y Anzótegui 2002a)			X	X
<i>Baumannipollis evae</i> Mautino, Cuadrado y Anzótegui		X	X	X
<i>Baumannipollis chubutensis</i> Barreda 1993			X	X

<i>Chenopodipollis chenopodiaceoides</i> (Martin) Truswell en Truswell <i>et al.</i> (Chenopodiaceae)			X	X
<i>Chenopodipollis multicavus</i> Anzótegui y Cuadrado		X		X
<i>Cyperaceapollis neogenicus</i> Krutzsch (Cyperaceae)			X	X
<i>Echiperiporites santamariana</i> Mautino, Cuadrado y Anzótegui (Malvaceae)			X	X
<i>Echiperiporites parviechinatus</i> Anzótegui y Cuadrado (Malvaceae)		X		X
<i>Equiperiporites</i> sp. (Malvaceae)				X
<i>Gomphrenipollis pintadensis</i> Anzótegui y Cuadrado (Amaranthaceae)				X
<i>Gomphrenipollis</i> sp. (Amaranthaceae-Chenopodiaceoides)				X
<i>Graminidites media</i> (Cookson) Potonié (Poaceae)				X
<i>Graminidites</i> sp. (Poaceae) (en Quattrocchio <i>et al.</i> , 2003)	X			
<i>Graminidites</i> sp. 1 (en Mautino y Anzótegui 2002a)			X	X
<i>Liliacidites variegatus</i> Couper			X	
<i>Liliacidites vermireticulatus</i>				X
<i>Liliacidites</i> sp. (en Mautino y Anzótegui 2000a)			X	
<i>Lyngiotia</i> sp. (en Mautino y Anzótegui 2000a)			X	
<i>Margocolporites</i> sp. (en Mautino y Anzótegui 2002a)				X
<i>Margocolporites tenuireticulatus</i> Barreda			X	
<i>Malvacipollis argentina</i> Zamaloa y Romero				X
<i>Malvacipolloides tucumanensis</i> Mautino, Cuadrado y Anzótegui			X	X
<i>Malvacipolloides comodorensis</i> Barreda 1993			X	X
<i>Malvapantocolporites rafaelii</i> Mautino, Cuadrado y Anzótegui			X	X
<i>Malvapantocolporites sanjoseii</i> Mautino, Cuadrado y Anzótegui			X	
<i>Malvapantocolporites silvinites</i> Mautino, Cuadrado y Anzótegui			X	
<i>Multimarginites paluster</i> Anzótegui y Cuadrado (Acanthaceae),		X		
<i>Myrtaceidites</i> sp.			X	X
<i>Myrtipis granulatus</i> Norton y Hall				X
<i>Myrtipites</i> sp. (Myrtaceae)			X	X
<i>Nothofagidites saraensis</i> Menéndez y Caccavari				X
<i>Palaeocoprosmadites zelandiae</i> Pocknall (Rubiaceae)				X
<i>Polycolporopollenites esobalteus</i> (McIntire) Poknall y Mildenhall				X
<i>Polycolporopollenites</i> sp. (Polygalaceae)				X

<i>Polyporina romeroi</i> Archangelsky				
<i>Parsonsidites multiporus</i> Mildenhall y Crosbie (Apocynaceae)				X
<i>Periporopollenites demarcatus</i> Stover			X	
<i>Periporopollenites miocenicus</i> Anzótegui y Cuadrado (Amaranthaceae-Chenopodiaceae)				X
<i>Periporopollenites vesicus</i> Pertridge en Stover y Partridge (Amaranthaceae)				X
<i>Periporopollenites vivianae</i> Mautino (Cactaceae)				X
<i>Psilaperiporites</i> sp. cf. <i>P. minimus</i> Regali, Uesugui y Santos (Chenopodiaceae)			X	X
<i>Psilatricolporites cyamus</i> Hammen y Wijmstra (Clusiaceae)				X
<i>Psilatricolporites</i> sp. (en Mautino y Anzótegui, 2000a)			X	
<i>Perforotricolpites</i> sp. (en Mautino y Anzótegui, 2002a) (Convolvulaceae)				X
<i>Psilamonocolpites grandis</i> Hammen (Arecaceae)				X
<i>Retistephanocolpites microreticulatus</i> Anzótegui y Cuadrado (Rubiaceae)		X		
<i>Retistephanocolpites</i> sp. (en Mautino y Anzótegui, 2002a) (Bombacaceae)				X
<i>Retitetracolpites columelae</i> Mautino (Nictaginaceae)			X	X
<i>Rhoipites alveolatus</i> (Couper) Pocknall y Crosbie 1982 (Euphorbiaceae)				X
<i>Rhoipites baculatus</i> Archangelsky (Rutaceae)			X	X
<i>Rhoipites exiguus</i> Pocknall			X	X
<i>Rhoipites fragilis</i> Mildenhall y Pocknall			X	X
<i>Rhoipites karamuensis</i> Pocknall				X
<i>Rhoipites minusculus</i> Archangelsky			X	
<i>Rhoipites paranaensis</i> Anzótegui y Garralla (Euphorbiaceae)				X
<i>Rhoipites santafesii</i> Anzótegui y Garralla 1896				X
<i>Rhoipites</i> sp. (en Mautino y Anzótegui, 2000a)			X	
<i>Rhoipites</i> sp. A Quattocchio y Volkheimer (Rutaceae)	X			
<i>Smilacipites aquaticus</i> Anzótegui y Cuadrado (Hydrocharitaceae)		X	X	X
<i>Sparganiaceapollenites delicata</i> Mautino y Anzótegui (Typhaceae o Sparganiaceae)				X
<i>Sparganiaceapollenites</i> sp. (en Mautino y Anzótegui, 2002a)				X
<i>Spinritricolpites anzoteguii</i> Mautino (Cactaceae)			X	X
<i>Striaticolporites gamerroi</i> Archangelsky (Anarcardiaceae)			X	X
<i>Tetracolporopollenites megadolium</i> (Potonié) Frederiksen (Sapotaceae)				X

<i>Tetracolporopollenites marginati</i> Anzótegui y Cuadrado (Sapotaceae)		X		
<i>Tetracolporopollenites pouteriae</i> Anzótegui y Cuadrado (Sapotaceae)		X		
<i>Tricolpites aspermarginis</i> McIntyre (Caryophyllaceae o Scrophulariaceae)			X	
<i>Tricolpites reticulatus</i> (Cookson) Jarzen y Dettman (Gunneraceae)				X
<i>Tricolpites</i> sp. (en Mautino y Anzótegui, 2002a) (Oxalidaceae)				X
<i>Tricolpites</i> sp. cf. <i>T. reticulata</i> (Anacardiaceae?) (en Quattrochio <i>et al.</i> , 2003)	X			
<i>Triorites orbiculatus</i> McIntyre (Asteraceae)			X	X
<i>Tubulifloridites antipodica</i> Cookson ex Potonié				X
<i>Tubulifloridites minutus</i> Regali, Uesugui y Santos				X
<i>Tubulifloridites spinosus</i> (Hammen) ex Germeraad, Hopping y Muller				X
<i>Tubulifloridites</i> sp. (en Mautino y Anzótegui, 2000a)			X	
<i>Tubulifloridites</i> sp.1 (en Mautino y Anzótegui, 2002a)				X
<i>Tubulifloridites</i> sp. 2 (en Mautino y Anzótegui, 2002a)				X
<i>Tubulifloridites</i> sp. 3 (en Mautino y Anzótegui, 2002a)				X
<i>Tubulifloridites</i> sp. 4 (en Mautino y Anzótegui, 2002a)				X
<i>Corsinipollenites exinitenuis</i> Anzótegui y Cuadrado (Onagraceae)		X		
<i>Cricotriporites guianensis</i> Leidelmeyer (Apocynaceae)				X
<i>Haloragacidites myriophylloides</i> (Haloragaceae)		X		
<i>Haloragacidites trioratus</i> Couper (Haloragaceae)				X
<i>Alnipollenites verus</i> Potonié ex Potonié (Betulaceae)				X
<i>Verrustephanoporites simplex</i> Leidelmeyer (Ulmaceae)	X			X
<i>Illexpollenites</i> sp. (Aquifoliaceae)		X		

**Tabla 1.** Géneros y especies fósiles propias y compartidas, entre las Formaciones Anta, Palo Pintado, San José y Chiquimil (Valles Calchaquies).



	Formaciones de la Cordillera Frontal					
	Fm. Cerro Morado	Fm. Del Buey	Fm. Pachaco	Fm. "La Ollita"	Fm. Chinchies	Pozo Los Horcones YPF
<b>Edad</b>	Mioceno Temprano/Medio	Mioceno Medio	Eoceno Tardío/Mioceno	Mioceno Medio	Mioceno	Mioceno Medio
<b>Provincia</b>	La Rioja	La Rioja	San Juan	San Juan	San Juan	Santiago del Estero
<b>Algas</b>						
<b>Chlorophyta</b>						
<i>Botryococcus</i> sp. (en Barreda <i>et al.</i> , 2003)	X					
<i>Botryococcus</i> sp. (en Barreda <i>et al.</i> , 2006)		X				
<i>Botryococcus</i> sp. (en Prámparo <i>et al.</i> , 1996)			X			
<i>Botryococcus</i> sp. (en Barreda <i>et al.</i> , 1998)				X		
<i>Botryococcus</i> sp. (en Ottone <i>et al.</i> , 1998)					X	
<i>Botryococcus</i> sp. (en Ottone <i>et al.</i> , 2012)						X
<i>Pediastrum</i> sp. (en Barreda <i>et al.</i> , 2006)		X				
<i>Pediastrum</i> sp. (en Barreda <i>et al.</i> , 1998)				X		
<i>Pediastrum</i> sp. (en Ottone <i>et al.</i> , 1998)					X	
<i>Pediastrum</i> sp. aff. <i>P. duplex</i> Meyen			X			
<i>Pediastrum</i> spp. (Hydrodictyaceae) (en Barreda <i>et al.</i> , 2003)	X					
<i>Pseudopediastrum</i> sp. cf. <i>P. boryanum</i> (Turpin) Hegewald						X
Dinoflagelados	X			X	X	X
Veryachium sp. (Acritarcha)				X		
Microforaminíferos						X
<b>Esporas</b>						
<b>Briofitas</b>						
<i>Ricciaesporites</i> sp. (Riccia) (en Barreda <i>et al.</i> , 1998)				X		
<i>Reboulisporites fuegiensis</i> Zamaloa y Romero (Ricciaceae)		X				
<b>Pteridofitas</b>						
<i>Biretisporites crassilabratius</i> Archangelsky					X	
<i>Biretisporites</i> sp. A (en Ottone <i>et al.</i> , 1998)					X	
<i>Biretisporites</i> sp. B (en					X	

Ottone <i>et al.</i> , 1998)						
Biretisporites sp.(en Barreda <i>et al.</i> , 1998)				X		
Cicatricosisporites sp.(en Barreda <i>et al.</i> , 2006) (Schyzaeaceae)		X				
Divisisporites sp. (en Prámparo <i>et al.</i> , 1996)			X			
Leptolepidites sp. (en Barreda <i>et al.</i> , 2006) (Dennstaedtiaceae)		X				
Leiotriletes sp. (en Prámparo <i>et al.</i> , 1996)				X		
Muricingulisporis <i>chenquensis</i> Barreda (Pteridaceae)		X			X	
Polypodiisporites <i>inangahuensis</i>			X			
Polypodiidites <i>inangahuensis</i> Couper (Polipodiaceae)			X			
Todisporites <i>major</i> Couper (Osmundaceae)			X			
Trilites sp. A (en Ottone <i>et al.</i> , 1998)					X	
<b>Gimnospermas</b> <i>Araucariacites australis</i> Cookson					X	
<i>Dacrydiumites florinii</i> Cookson y Pike			X			
<i>Ephedripites multipartitus</i> (Chlonova) Gao y Zhao (Ephedra)			X			
<i>Equisetosporites claricristatus</i> (Shakmundes) Barreda	X	X		X	X	
<i>Equisetosporites notensis</i> (Cookson) Romero	X	X		X	X	
<i>Equisetosporites lusaticus</i> (Kruttsch) Barreda (Ephedraceae)	X			X	X	
<i>Podocarpidites marwickii</i> Couper	X		X		X	X
<i>Podocarpidites</i> cf. <i>P. verrucosus</i> Volkheimer			X			
<i>Podocarpidites exiguus</i> Harris					X	
<i>Podocarpidites rugulosus</i> Romero (Podocarpaceae)					X	
<i>Podocarpidites elegans</i>	X			X		

Romero						
<i>Podocarpidites</i> sp. (en Barreda <i>et al.</i> , 2003)	X					
<i>Podocarpidites</i> sp. (en Prámparo <i>et al.</i> , 1996)			X			
<i>Podocarpidites</i> sp. (en Barreda <i>et al.</i> , 1998)				X		
<i>Podocarpidites</i> spp. (en Barreda <i>et al.</i> , 2006)		X				
<i>Podocarpidites</i> cf. <i>P. ellipticus</i> Cookson				X		
<i>Protodiploxypinus</i> sp. (en Prámparo <i>et al.</i> , 1996) (Coniferales)			X			
<i>Microcachrydites antarticus</i> Cookson (Podocarpaceae)			X			
<b>Angiospermas</b>						
<i>Acacacipollenites</i> sp. cf. <i>A. myriospites</i> (Fabaceae)						X
<i>Ailanthipites</i> sp. cf. <i>A. marginatus</i> Frederiksen (Anacardiaceae)			X			
<i>Baumannipollis chubutensis</i> Barreda (Malvaceae)	X				X	
<i>Baumannipollis variaperturatus</i> Barreda				X	X	
<i>Baumannipollis</i> sp.(en Barreda <i>et al.</i> , 2003)	X					
<i>Baumannipollis</i> sp. (en Barreda <i>et al.</i> , 1998)				X		
<i>Baumannipollis</i> sp. 1.(en Barreda <i>et al.</i> , 2006)		X				
<i>Baumannipollis</i> sp.2.(en Barreda <i>et al.</i> , 2006)		X				
<i>Baumannipollis</i> sp. cf. <i>B. evae</i> Anzótegui y Cuadrado		X				
<i>Chenopodipollis chenopodiaceioides</i> (Martin) Truswell en Truswell <i>et al.</i> , (Chenopodiaceae)	X	X		X	X	X
<i>Corsinipollenites atlántica</i> Barreda						X
<i>Cyperaceapollis neogenicus</i> Krutzsch (Cyperaceae)				X		
<i>Graminidites</i> sp. (en Ottone <i>et al.</i> , 1998)					X	
<i>Graminidites</i> sp. (en Barreda <i>et al.</i> , 1998) (Poaceae)				X		
<i>Liliacidites</i> sp. (en Ottone <i>et</i>					X	

<i>al.</i> , 1998)						
<i>Lymingnotia?</i> sp. (en Barreda <i>et al.</i> , 1998) (Nyctaginaceae y/o Portulacaceae)				X		
<i>Malvacipollis subtilis</i> Stover (Euphorbiaceae)				X		
<i>Malvacipolloides comodorensis</i> Barreda (Malvaceae)	X			X	X	
<i>Malvacipolloides densiechinatus</i> Anzótégui y Garralla					X	
<i>Margocolporites</i> sp. (en Prámparo <i>et al.</i> , 1998) (Bignoniaceae)			X			
<i>Margocolporites vanwijhei</i> Gernerad, Hopping y Muller (Caesalpinoideae)				X	X	
<i>Milfordia</i> sp.(en Barreda <i>et al.</i> , 2003) (Restoniaceae)	X					
<i>Milfordia</i> sp.(en Ottone <i>et al.</i> , 1998) (Restoniaceae)					X	
<i>Mutisiapollis viteauensis</i> (Barreda) Barreda no. comb. (Asteraceae)				X		
<i>Mutisiapollis</i> sp.(Asteraceae) (en Barreda <i>et al.</i> , 2006)		X				
<i>Myrtaceidites</i> sp.(en Prámparo <i>et al.</i> , 1996) (Myrtaceae)			X			
<i>Myrtaceidites</i> sp. (en Barreda <i>et al.</i> , 1998)				X		
<i>Nothofagidites acromegacanthus</i> Menéndez y Caccavari	X			X		
<i>Nothofagidites micromarginatus</i> Romero			X			
<i>Nothofagidites americanus</i> Zamaloa	X					
<i>Nothofagidites saraensis</i> Menéndez y Caccavari (Fagaceae)	X		X	X	X	X
<i>Nothofagidites visserensis</i> Romero (Fagaceae)			X			
<i>Nothofagidites fueguensis</i> Menéndez y Caccavari						X
<i>Nothofagidites</i> cf. <i>N. incrassatus</i> (Cookson) Dettman			X			

<i>Orapollis</i> sp. (en Barreda <i>et al.</i> , 1998) (Amaranthaceae)				X		
<i>Psilatricolporites</i> sp. (en Prámparo <i>et al.</i> , 1996)			X			
<i>Poluspissusites</i> sp. . (en Barreda <i>et al.</i> , 1998) (Goodeniaceae)				X		
<i>Polyporina romeroi</i> Archangelsky 1973			X			
<i>Polyorificites</i> sp. (en Barreda <i>et al.</i> , 1998)				X		
<i>Polyadapollenites?</i> sp. (en Barreda <i>et al.</i> , 1998) (Leguminosae Mimosoideae, Calliandra).				X		X
<i>Potamogetonaceapites</i> sp. A (en Prámparo <i>et al.</i> , 1996) (Potamogetonaceae)			X			
<i>Polyporina romeroi</i> Archangelsky			X			
<i>Proteacidites</i> sp. (Proteaceae) (en Barreda <i>et al.</i> , 1998)				X		
<i>Psilatricolpites psilascabratus</i> (Norton) Archangelsky			X			
<i>Psilatricolporites</i> sp.			X			
<i>Rhoipites</i> sp. cf. <i>R. baculatus</i> Archangelsky (en Prámáro <i>et al.</i> , 1996)			X			
<i>Rhoipites</i> sp. cf. <i>R. baculatus</i> Archangelsky (en Barreda <i>et al.</i> , 2003)				X		
<i>Rhoipites</i> sp. cf. <i>R. baculatus</i> Archangelsky (en Ottone <i>et al.</i> , 1998)					X	
<i>Rhoipites cienaguensis</i> (Dueñas) Barreda				X		
<i>Rhoipites</i> sp. A (en Barreda <i>et al.</i> , 1998)				X		
<i>Rhoipites</i> sp. 1 (en Barreda <i>et al.</i> , 1998)				X		
<i>Rhoipites</i> sp. 2 (en Barreda <i>et al.</i> , 1998)				X		
<i>Rhoipites</i> sp. 3 (en Barreda <i>et al.</i> , 1998)				X		
<i>Rhoipites</i> sp. A (en Ottone <i>et al.</i> , 1998)					X	
<i>Senipites</i> sp. (en Barreda <i>et al.</i> , 2003) (Simplocaceae)	X					

<i>Senipites</i> sp. (en Barreda <i>et al.</i> , 2006)		X				
<i>Senipites patagónica</i> Barreda				X	X	
<i>Smilacipites saltensis</i> Quattrocchio (Smilacaceae)			X			
<i>Sparganiaceapollenites barugensis</i> Harris (Sparganiaceae)	X		X			
<i>Sparganiaceapollenites</i> sp. cf <i>S. barugensis</i> Harris (Sparganiaceae)		X	X			
<i>Striatocolporites gamerroi</i> Archangelsky (Anacardiaceae)				X		
<i>Striatocolporites</i> sp. (en Barreda <i>et al.</i> , 1998) (Anacardiaceae)				X		
<i>Tetracolporites spectabilis</i> Pocknall y Mildenhall (Meliaceae)				X		
<i>Tubulifloridites antipodica</i> Coochson (Asteraceae)		X		X	X	
<i>Tubulifloridites viteauensis</i> Barreda					X	

**Tabla 2.** Géneros y especies fósiles propias y compartidas, entre las formaciones Cerro Morado, Del Buey, Pachaco, La Ollita, Chinchas, y Pozo Los Horcones YPF (Cordillera Frontal).

Horn, M.Y. *Palinofloras de las formaciones El Morterito y Palo Pintado (Mioceno Superior-Plioceno Inferior), Noroeste de Argentina.*

## **CAPÍTULO II**

# **GEOLOGÍA**

## II. GEOLOGÍA

### 2.1. Formación El Morterito (Aloformación Playa del Zorro)

#### Ubicación geográfica

El valle del Cajón, es una depresión tectónica de sentido Norte-Sur dentro de la provincia geológica de Sierras Pampeanas Occidentales. Geográficamente se halla ubicado en la zona noroeste de la Provincia de Catamarca (Argentina) y se encuentra comprendido entre la Sierra del Cajón o de Quilmes al este, la Sierra de Chango Real al oeste y las Cuchillas de la Ciénaga al norte (Vides y Bazán, 2004) (Fig.1).

#### Estratigrafía

En el valle del Cajón, afloran sedimentitas Neógenas y se reconocen: areniscas, conglomerados, limolitas y arcilitas entre las que se intercalan numerosas capas de tobas y escasas rocas volcánicas (Vides y Bazán, 2004). Esta región fue recorrida por numerosos geólogos, de los cuales Peirano (1943) realizó observaciones generales en Peñas Azules y en la zona del Puesto del Molle Grande, donde hizo importantes colecciones de pelecípodos, gasterópodos, roedores aves y edentados fósiles (Bossi *et al.*, 1992). Posteriormente Turner (1973) describe el Neógeno de esta región como constituido por la Formación El Morterito (Calchaquense) y Malizzia *et al.* (1990) realizaron perfiles estratigráficos entre el Río Totoral y el Río La Hoyada, dividiendo la sucesión en tres facies pero mantuvieron la denominación de Formación El Morterito.

Bossi *et al.* (1992) dividieron esta sucesión Neógena descripta hasta ese momento como Formación El Morterito, en tres secuencias o unidades continentales, separadas por disconformidades: la Aloformación Peñas Azules (Secuencia I), la Aloformación Playa del Zorro (Secuencia II) y la Aloformación El Totoral (Secuencia III). La caracterización estratigráfica de estas secuencias es la siguiente:

**1) Aloformación Peñas Azules (Secuencia I):** los afloramientos se encuentran en el borde oriental del valle y se extienden desde la unión del río La Hoyada con el Río Colorado hasta el puesto de Los Arbolitos. El perfil tipo aflora en el área de Peñas Azules (316 m de potencia) y consiste en areniscas finas castaño claras, muy montmorilloníticas, con abundantes paraclastos, que alternan con areniscas medianas a gruesas con rodados volcánicos, que pasan en la mitad superior a areniscas gruesas y conglomerados castaño grisáceos oscuros. No se han encontrado tobas *in situ*, aunque todos los niveles descriptos corresponden a concentraciones de paraclastos de tobas de aspecto fresco. La base de la secuencia tiene unos 30 m de limolitas pulverulentas



macizas y sin estratificación visible, de color castaño rojizo, con calcretos que tienen aspecto de ser paleoloess proximal (Bossi *et al.*, 1992, 1993 y 2000).

**2) Aloformación Playa del Zorro (Secuencia II):** es la alounidad mejor conocida y presenta las mejores exposiciones que ocupan la región central del valle. La sección tipo se encuentra en la Playa del Zorro a la altura del Puesto Molle Grande con un espesor de 1288m por estar expuesta de forma continua, incluyendo sus contactos disconformes superior e inferior. Bossi *et al.* (1992) la dividen en cuatro subsecuencias.

a) Subsecuencia IIa: la parte inferior está dominada por areniscas y diamictitas amarillo verdosas macizas y conglomerados volcánicos, asociados a un conjunto de coladas basálticas, seguidas por areniscas medias con guijas volcánicas dispersas. El estrato base se encuentra sobre una superficie erosiva irregular, labrada en una arenisca fina maciza de color castaño claro, con abundantes fragmentos de toba. Mientras que en la Zona de Peñas Azules lo hace mediante una suave discordancia angular. La parte superior consiste en areniscas castaño rojizas areniscas medianas a finas, macizas con escasas trazas edáficas que hacia el techo, contiene limolitas castañas yesíferas, asociadas a areniscas medianas púrpuras bien seleccionadas (eólicas).

b) Subsecuencia IIb: areniscas mayoritariamente finas y escasas areniscas gruesas, con estratificación cruzada tabular y lenticular tangencial simple y planar heterogénea, que alternan con areniscas finas macizas moteadas con rizoconcreciones y pedotúbulos frecuentes y ocasionalmente abundantes. La parte superior de esta subsecuencia (al igual que la parte inferior de la subsecuencia IIc), contiene una rica paleofauna de mamíferos, reptiles, aves e invertebrados de agua dulce al igual que marcas de raíces y petrificaciones de raíces y troncos de árboles (Bossi *et al.*, 1993).

c) Subsecuencia IIc: la parte inferior está constituida por limolitas amarillas oscuras y verde amarillentas, con estratificación delgada laminadas paralelas y ondulíticas con concreciones yesíferas calcáreas y areniscas finas laminadas paralelas y ondulíticas. Algunos niveles de areniscas son ricos en pelecípodos y gasterópodos de conchilla gruesa. Las pelitas contienen niveles con abundantes *Neocorbícula*, gasterópodos pequeños ostrácodos escamas de peces y plantas. Algunas areniscas medias y gruesas grises claras forman cuerpos aislados de estratificación cruzada lenticular tangencial simple. La parte superior es una sucesión grano creciente donde alternan areniscas finas a medianas con estratificación cruzada, que hacia el techo se hacen gruesas y conglomerádicas, con estratificación cruzada tabular planar heterogénea, tangencial simple y lenticular tangencial simple. Los conglomerados son

principalmente volcánicos. Alternan areniscas finas y limolitas macizas con bioturbación animal y escasamente edafizadas.

d) Subsecuencia IId: areniscas gruesas con estratificación cruzada tabular heterogénea y paralela, alternan con areniscas finas laminadas y convolutas y areniscas medianas macizas. La bioturbación es muy escasa. Los conglomerados asociados contienen rodados de migmatitas, ectinitas y areniscas acísicas y calcáreas. La dirección de paleocorrientes se muda drásticamente mostrando una proveniencia del oeste.

**3) Aloformación Totoral (Secuencia III):** está compuesta por conglomerados petromícticos, gris claro de guijarros redondeados (de metamorfitas y vulcanitas alteradas, basaltos y pocos granitos), con intercalaciones lenticulares de areniscas gruesas sibilíticas-guijosas, castaño grisáceas mal seleccionadas. La sucesión es granocreciente. El espesor de la unidad es de 200 m en el Río Totoral (Bossi *et al.*, 1992 y 2000).

Considerando las áreas de distribución de los afloramientos de las citadas Aloformaciones, como así también sus características sedimentarias y estructurales descriptas, se reconoce que las dos localidades estudiadas pertenecen a la Aloformación Playa del Zorro.

### Paleoambiente

Bossi *et al.* (1992) en la sección tipo de la Aloformación Playa del Zorro analizaron las características estratigráficas (textura, estructuras mecánicas y químicas, y estratificación) de los diferentes estratos e identificaron cinco subambiente que estuvieron asociados a estos durante la sedimentación:

- 1) Lago: limolitas laminadas o estratificadas finas, con bivalvos, gasterópodos, ostrácodos, escamas de peces, con escasa participación de arenas ondulíticas (litorales).
- 2) Orla de lago: limolitas y areniscas finas de estratificación delgada (sedimentos costeros bioturbados y a veces con grandes concentraciones de pelecípodos, gasterópodos de tamaño mayor y conchilla gruesa), con cuerpos elongados de arenisca gruesa con estratificación cruzada lenticular que pueden representar canales distributarios.
- 3) Canales fluviales: este grupo es el más heterogéneo, pero puede dividirse en canales de alta energía, definidos por areniscas gruesas y conglomerados con estratificación cruzada tabular planar, seguidos encima por laminación

paralela o estratificación cruzada lenticular de escala menor, a los que se asocian cuerpos conglomerádicos, gradados gruesos y diamictitas. Los canales de baja energía, definidos por areniscas finas, ocasionalmente medianas, tienen estratificación tabular planar y planar heterogénea y (o) de estratificación cruzada lenticular tangencial simple que a veces siguen encima.

- 4) Interfluvios activos: areniscas finas de estratificación mediana a delgada con óndulas o laminación ondulada y bioturbación vegetal (pedotúbulos y rizoconcreciones subordinadas).
- 5) Interfluvios pasivos: areniscas finas macizas, estratificación gruesa con abundantes rizoconcreciones, calcretos y en casos extremos concreciones de yeso.

Bossi *et al.* (2000) a partir del análisis de paleocorrientes y litoestratigráfico, concluyen que la sucesión Neógena del Valle del Cajón permite inferir condiciones cambiantes en el sistema de dispersión aluvial, controladas por el continuo ascenso de la Sierra de Quilmes que separó los Valles del Cajón (oeste) y de Santa María (este). Así en la Aloformación Peñas azules (donde predominan facies arenosas de origen fluvial), habría existido un sistema fluvial de ríos rectilíneos que drenaban de forma convergente hacia la llanura y de allí continuaban hacia el este en forma de colectores. La Aloformación Playa del Zorro contiene las facies fluviales de mayor sinuosidad, etapas de inundación permanente, formación de lagos y escaso aporte sedimentario. Vides y Bazán (2004) y Vides (2009) en la Playa del Totoral, identificaron los cinco subambientes asociados durante la sedimentación, descriptos por Bossi *et al.* (1992) en la sección tipo. La Aloformación Totoral presenta marcados contrastes litológicos y granulométricos, por lo que se infiere que el sistema de drenaje era más irregular y se lo relaciona con un sistema de abanicos aluviales.

El área fuente habría sufrido un marcado ascenso y con el aumento del relieve las condiciones climáticas se volvieron más áridas. La Sierra de Quilmes actuaba como barrera, dirigiendo el drenaje hacia el Valle de Santa María (contorneando su extremo austral), o hacia el depocentro residual, el Campo del Arenal.

### Edad

Strecker (1987) fechó una toba cercana a la base de la sucesión en el Campo de los Chañares, cerca del río Colorado en  $10,7 \pm 1,7$  Ma, que define el inicio de la

sedimentación Neógena en el Valle del Cajón (en Bossi *et al.*, 1992 y Vides, 2009). En el sector sur de la cuenca de la Subsecuencia IIc, por encima de los niveles lacustres se fechó una toba con el método Ar/Ar en  $5,38 \pm 0,07$ ;  $6,04 \pm 0,07$  Ma (media en  $5,71 \pm 0,4$  Ma) (Bossi *et al.*, 2000).

Georgieff *et al.* (2012) explican que los afloramientos más antiguos de las cuencas Neógenas del Noroeste fueron asignados al Mioceno medio ( $\sim 12$  Ma), que sería la edad de la Aloformación Peñas Azules. Los sedimentos pelíticos y las areniscas-conglomerádicas de la Aloformación Playa del Zorro se habrían depositado entre los 7-3,5 Ma. Por último, la estructuración tectónica del Plioceno-Pleistoceno queda en evidencia en la topografía de la Aloformación Totoral.

Según el ICC (2012) (*International Chronostratigraphic Chart*), los resultados de las dataciones radimétricas y los resultados del análisis estratigráfico estructural de Georgieff *et al.* (2012) los sedimentos que conforman la Aloformación Playa del Zorro se depositaron durante el **Mioceno Tardío/Plioceno**.

#### Localidades fosilíferas aquí estudiadas

Como se mencionó anteriormente las dos localidades estudiadas corresponden a la Aloformación Playa del Zorro (Fig. 2).

1) La Cascadita: ubicada sobre la margen e un afluente del río La Hoyada, entre las localidades Ovejería Chica y Peñas Azules, sobre la margen de un afluente del río La Hoyada. Estratigráficamente se encuentra en la base de la Aloformación. El perfil realizado en esta localidad consta de 50 m de espesor. La sección inferior mide 30 m de espesor en ella predominan los niveles de areniscas finas a medianas que alternan con niveles pelíticos y de arcillas de menor espesor, en la base y por encima de la parte media se encuentran dos niveles de tobas. La sección superior mide 20 m de espesor, en la base como en la parte superior se encuentran dos niveles de arena tobacea separados por dos capas de arena limosa (Fig. 3).

2) Río Totoral: corresponde a los afloramientos de la secuencia II (en discordancia con la secuencia III) en la Playa del Totoral. Estratigráficamente se ubica en la parte medio-superior de la Aloformación. El perfil completo consta de 73 m de espesor integrado de base a techo por niveles intercalados de limolita arenosa, arenisca conglomerádica, limolita areno arcillosa, arenisca limosa, arena clara, arenisca ocre,

limolita verdosa, arenisca consolidada y limolita beige. En la parte media se encuentran dos niveles de tobas de poco espesor (Fig. 4).

## **2.2. Formación Palo Pintado**

### Ubicación geográfica

El valle Calchaquí constituye una depresión tectónica elongada en sentido-Norte Sur, limitada al Este y al Oeste por dos fallas inversas.

El área de distribución de la Formación Palo Pintado ocupa una franja de sentido Norte-Sur, extendiéndose desde el paralelo de 25° 30' latitud sur hasta el de 25° 50', también de latitud sur (Díaz y Malizzia, 1983). El área donde afloran las localidades estudiadas, se encuentra ubicada en la zona sur del Valle Calchaquí (entre San Rafael, al norte de San Carlos, y Angastaco), entre los 25°41'01"S-66°07'55"W y los 25°40'59"S-66°05'49"W, aproximadamente a 200 km de la ciudad de Salta (Galli *et al.*, 2011) (Fig. 2).

### Estratigrafía

La columna terciaria aflorante en el área del valle (sección tipo), presenta en sentido vertical variaciones transicionales que permiten diferenciar distintas formaciones asociadas verticalmente, las cuales conforman el Grupo Payogastilla (Díaz y Malizzia, 1983). Este último está integrado de base a techo (y en orden decreciente de edad), por las formaciones Los Colorados, Angastaco, Palo Pintado y San Felipe (Díaz *et al.*, 1987).

Las sedimentitas de la Formación Palo Pintado (1230 m. de espesor), son fácilmente reconocibles por su color pardo amarillento y verdoso. Litológicamente está constituida por areniscas y pelitas, mientras que los conglomerados están subordinados.

El conjunto muestra una disposición en ciclos grano y estratodecrecientes de conglomerados soportados por matriz, areniscas cuarzosas, que culminan con niveles de pelitas verdes. Estos ciclos han sido interpretados como sistemas fluviales de baja jerarquía y baja movilidad (Díaz, 1985 y 1987, Díaz y Malizzia, 1983, Díaz *et al.*, 1987, Herbst *et al.*, 1987 y Galli *et al.*, 2011) (Fig. 8).

### Edad

Estos niveles se depositaron entre los 10.29±0.11 Ma (K/Ar; Galli *et al.*, 2008) y los 5.27± 0.28 Ma (206 Pb/238 U; Coutand *et al.*, 2006).

Previas a las dataciones radimétricas, la edad había sido estimada en base a los restos fósiles hallados (huesos de vertebrados, moldes de invertebrados e impresiones de plantas) y por correlación sedimentaria y estratigráfica con otras formaciones regionales (Díaz *et al.*, 1987, Herbst *et al.*, 1987, Miserendino Fuentes y Díaz, 1988).

Según el ICC (2012) la edad de la Formación Palo Pintado queda circunscripta al **Mioceno Tardío/Plioceno**.

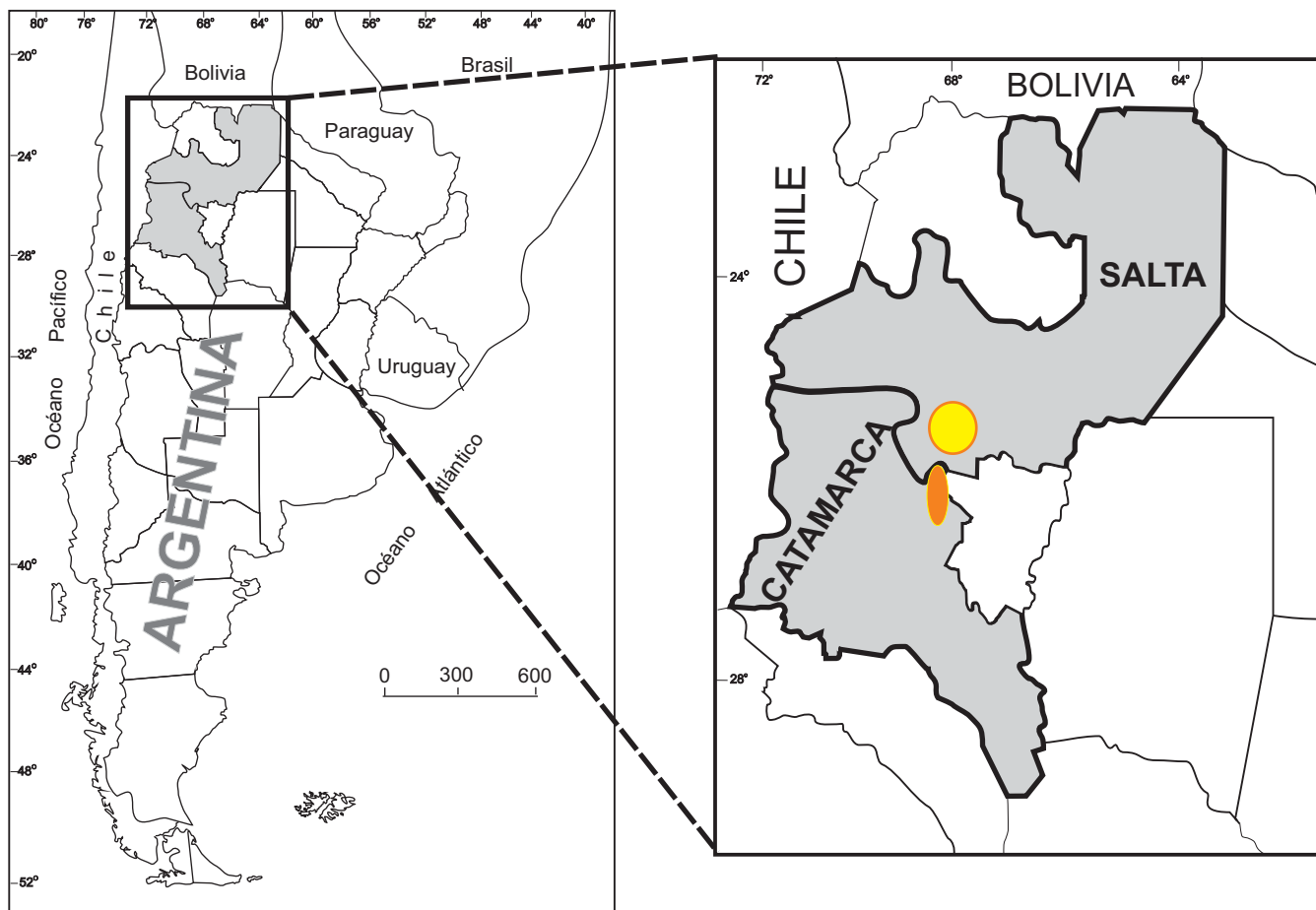
### Paleoambiente

Díaz y Malizzia (1983) para comprender el ambiente sedimentario de la Formación, dividieron a la misma en dos partes caracterizadas por diferentes niveles de energía. Los dos tercios inferiores corresponden a un depósito en condiciones de baja energía, con un mínimo en la parte media. El tercio superior se caracteriza por un aumento brusco de la misma. La sección inferior y media están compuestas en su mayoría por pelitas y areniscas finas a medianas, lo que indica un gran desarrollo de facies de ribera (albardones), y de planicie aluvial proximal, relacionado a un modelo de ríos anastomosados de baja jerarquización y baja movilidad lateral. En la sección superior los conglomerados tienen mayor participación y se encuentran asociados a areniscas gruesas (típicas de canal) y areniscas finas y medianas (albardones) Es decir que el sistema fluvial anastomosado se transforma en un sistema enlazado (*braided*).

Galli *et al.* (2011) a partir del análisis de litofacies y de sus elementos arquitecturales, concluyen que estos depósitos presentan litofacies características de un sistema fluvial sinuoso areno-gravoso con desarrollo de una amplia llanura de inundación. En esta última se habrían desarrollado lagunas y pantanos que dieron albergue a comunidades acuáticas y palustres, mientras que si estos depósitos se encuentran asociados a estructuras de desecación y niveles de yeso y con canales abandonados, habrían dado lugar al desarrollo de sabanas y praderas. Aclaran también que el término anastomosado debería ser restringido a ríos con características de una red de canales estables, de baja a alta sinuosidad y el término enlazado/trenzado (*braided*) para ríos inestables, con baja sinuosidad, sección transversal somera y gran carga de lecho.

### Localidades fosilíferas aquí estudiadas

- 1) Quebrada del Estanque: ubicada entre las localidades de Angastaco y Santa Rosa (latitud sur 25° 42' 44,8'', W 0,66° 06' 50,0'') (Fig. 5). Estratigráficamente se encuentra en la sección medio-superior de la Formación. Se realizó un perfil de 362 m de espesor, conformado por niveles pelíticos (amarronados, algunos verdosos), alternados con potentes areniscas (duras, amarillentas), intercaladas con delgados niveles conglomerádicos, los cuales forman ciclos de origen lacustre. Se observó también en algunos de ellos la presencia de restos fósiles de vegetales (tallos, hojas), escamas de peces y bivalvos (Fig. 6).
  
- 2) Río Calchaquí: ubicada sobre la Ruta Nacional N° 40 a metros del puente que cruza el Río Calchaquí (en las cercanías de la localidad de Santa Rosa) (Fig. 5). Estratigráficamente está ubicada en la sección inferior de la Formación Palo Pintado, a partir del límite con la Formación Angastaco. Se realizó un perfil de 200 m de espesor, integrado desde la base a techo por niveles de arenisca medianas y gruesas, intercaladas con capas de conglomerado fino, mediano y grueso; pelitas verdes y marrones. En la sección basal del perfil se encuentra un nivel de toba (Fig. 7).



## REFERENCIAS

- **Formación Palo Pintado (Valle Calchaquí)**
- **Aloformación Playa del Zorro (Valle del Cajón)**

Figura 1. Ubicación geográfica de las unidades litológicas en estudio.



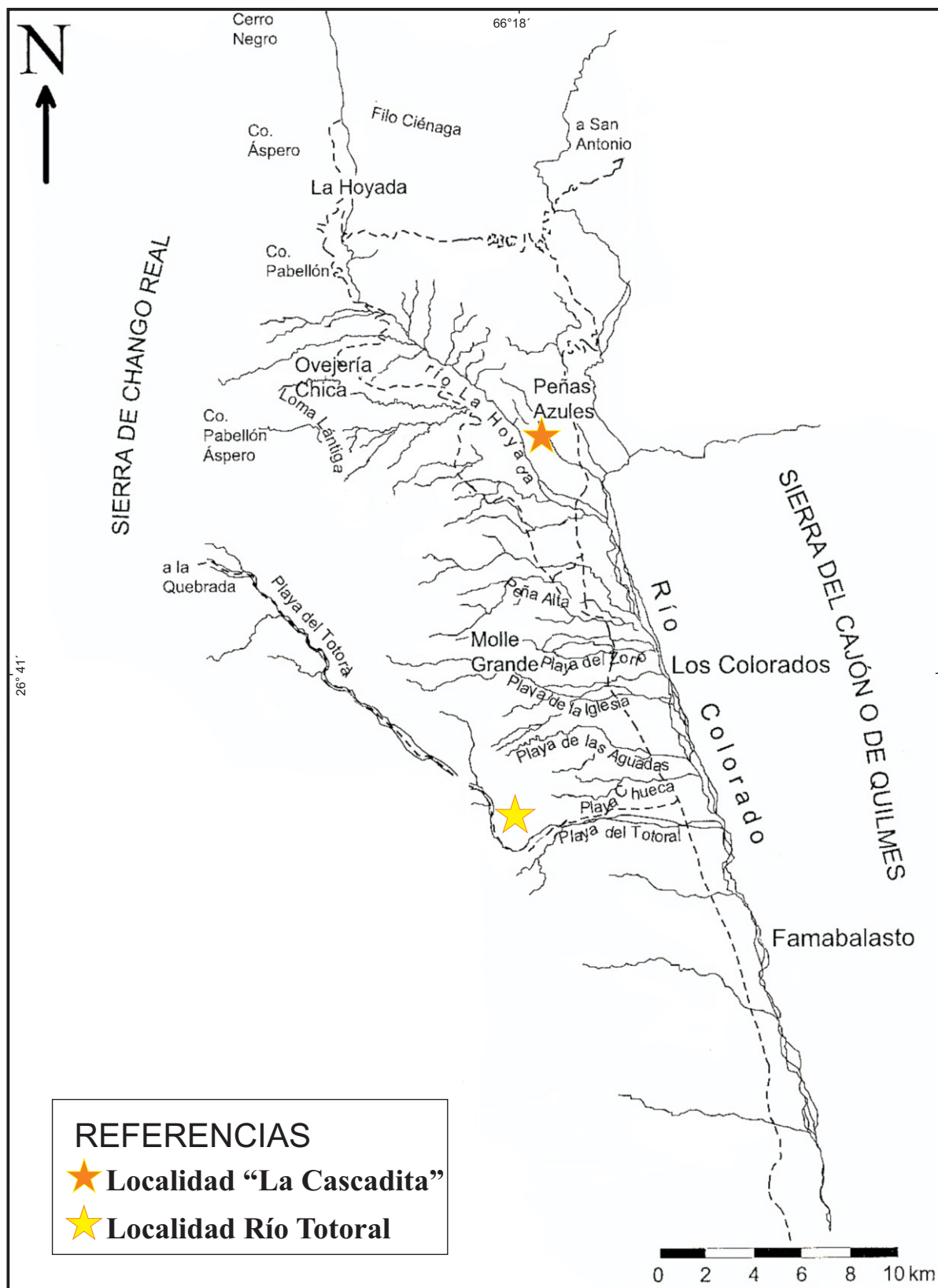


Figura 2. Ubicación geográfica de las localidades fosilíferas de la Aloforamción Playa del Zorro. Tomado y modificado de Bossi *et al.* (2000).

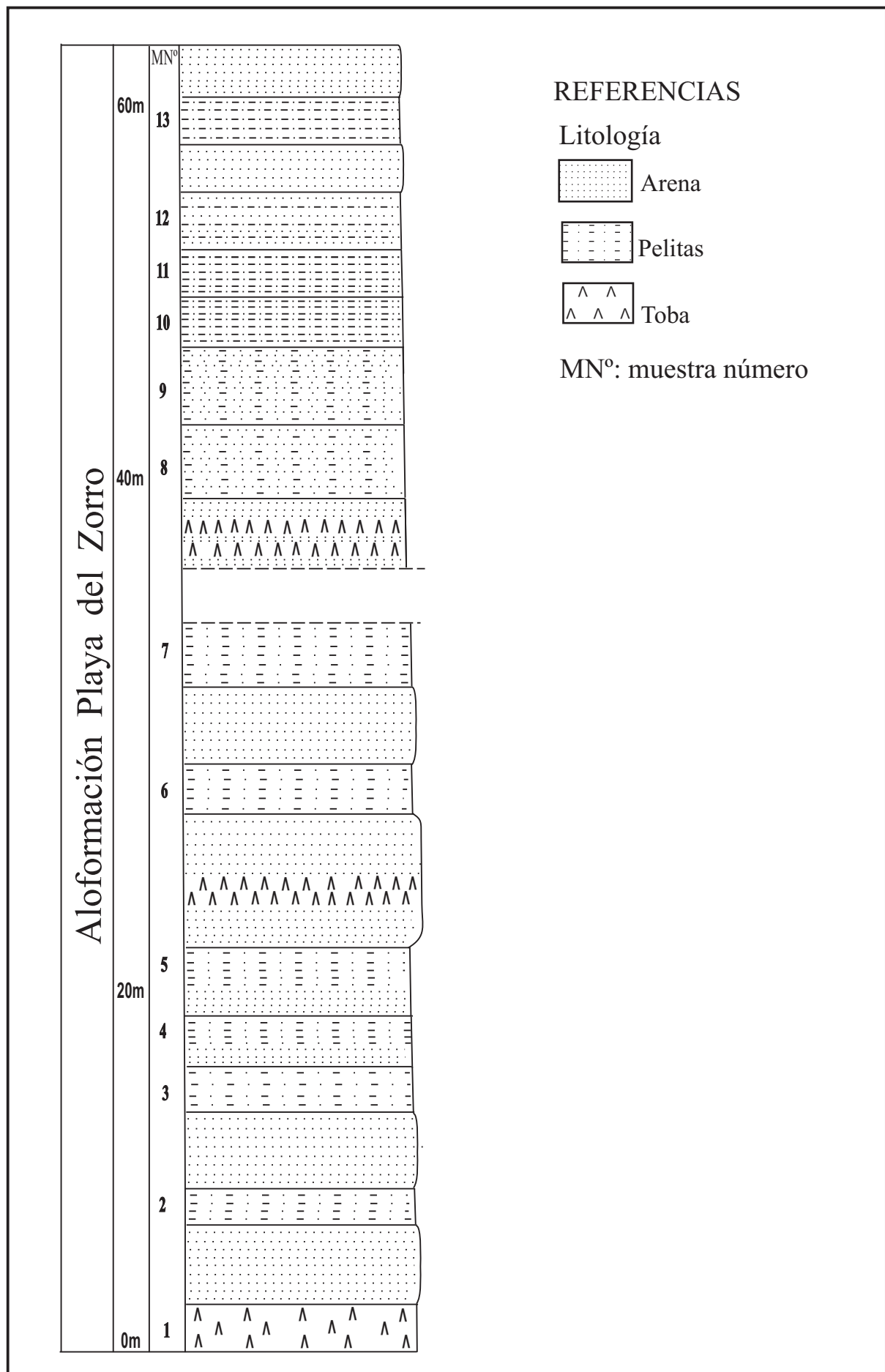


Figura 3. Columna estratigráfica de la localidad La Cascadita señalando los niveles muestreados para el análisis palinológico.

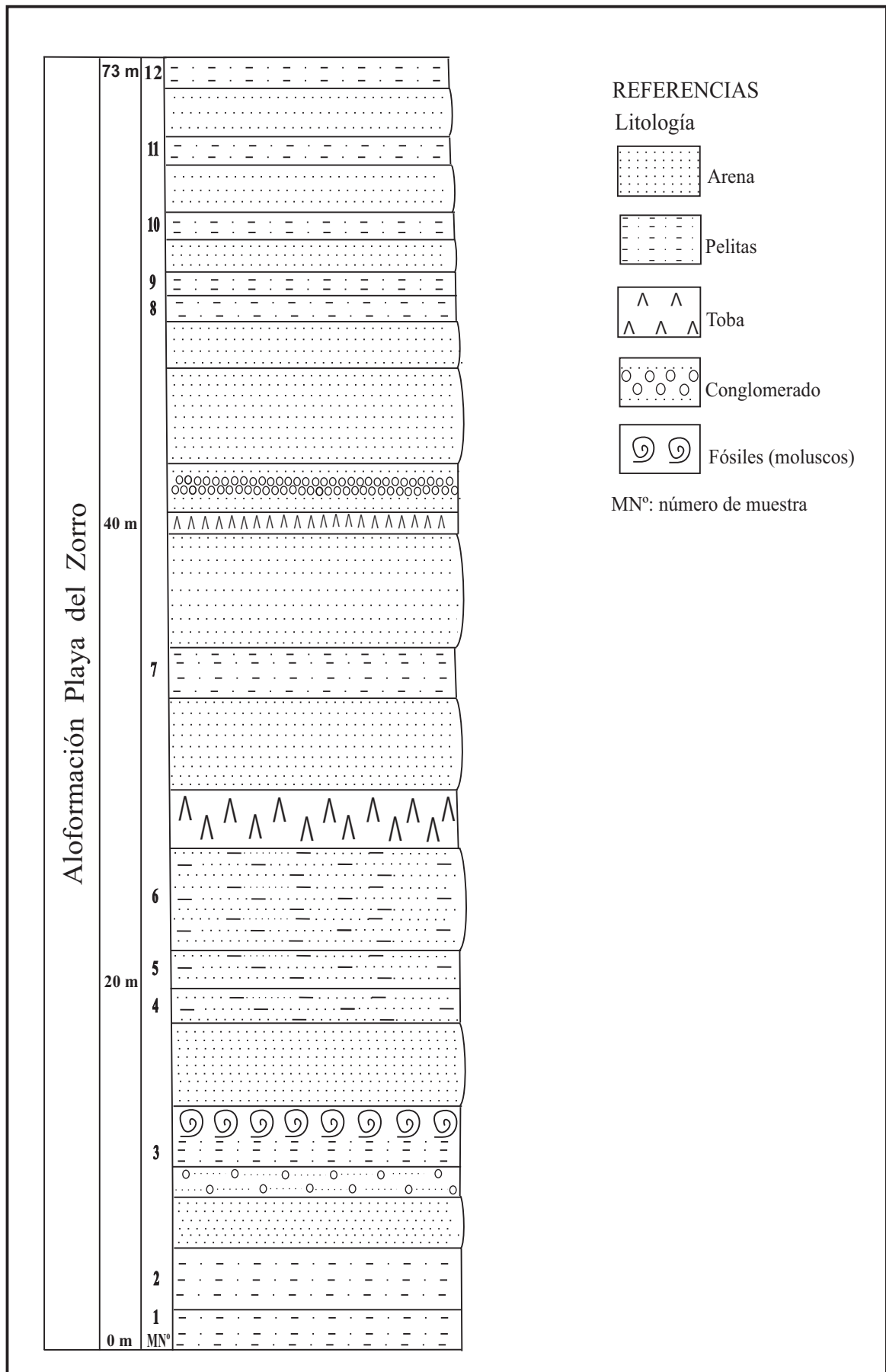


Figura 4. Columna estratigráfica de la localidad Río Totoral, señalando los niveles muestreados para el análisis palinológico.

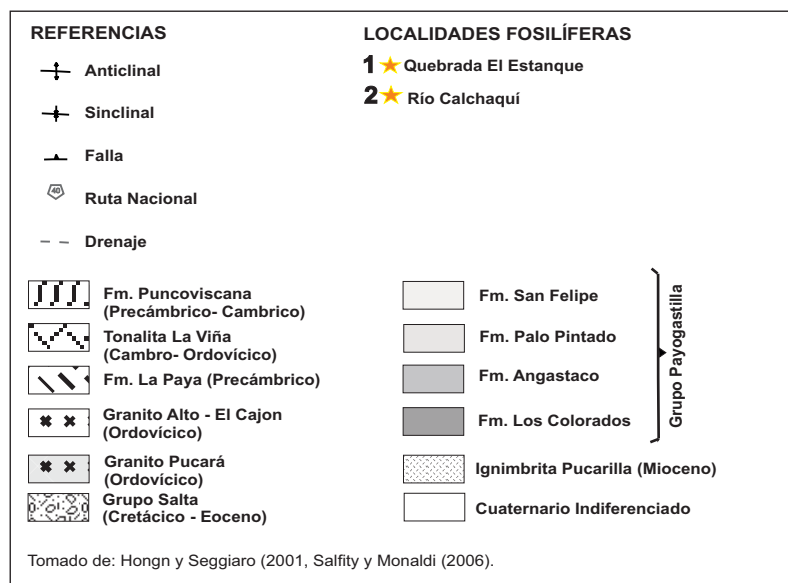
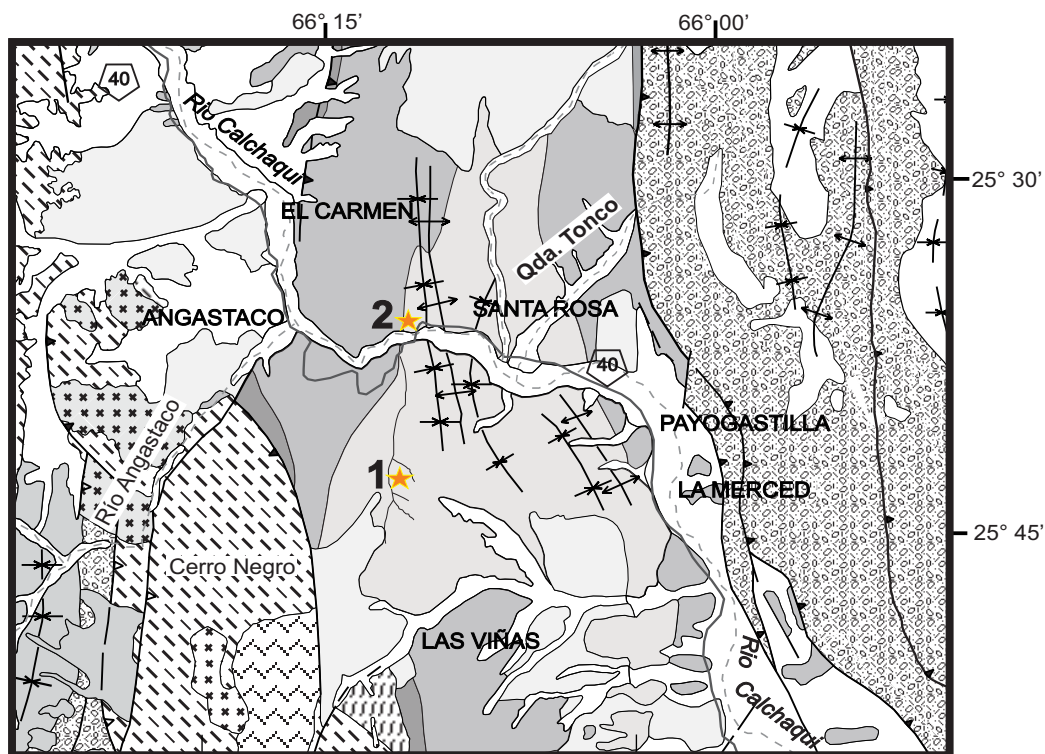


Figura 5. Ubicación geográfica de las localidades fosilíferas de la Formación Palo Pintado. Tomado y modificado de Galli *et al.* (2011).

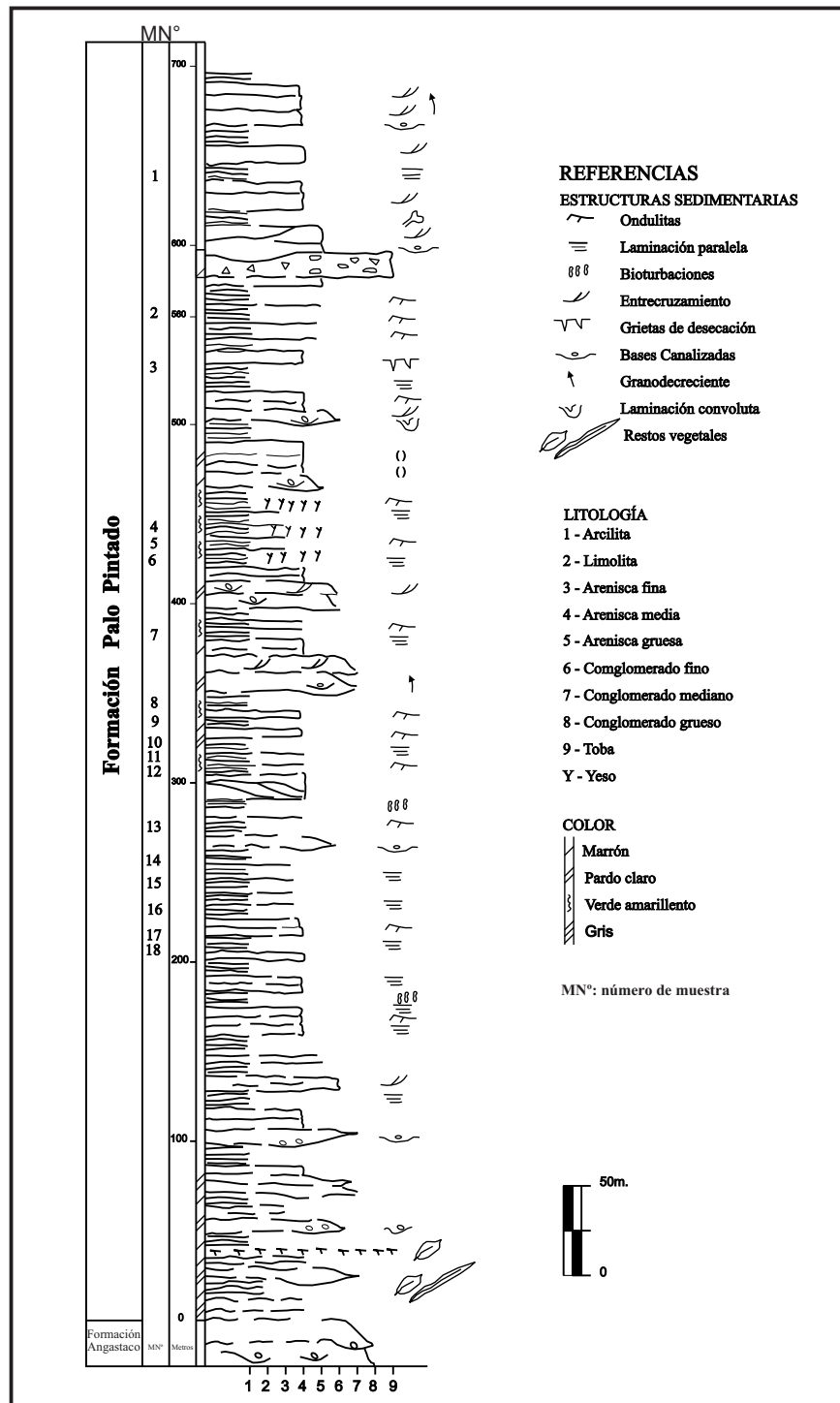


Figura 6. Columna estratigráfica de la localidad Quebrada El Estanque, señalando los niveles estudiados para el análisis palinológico. El orden de los números de muestras se encuentra invertido en relación a las figuras 3, 4 y 7. Se disponen de esta manera en correlación con el orden de los niveles en el diagrama polínico.

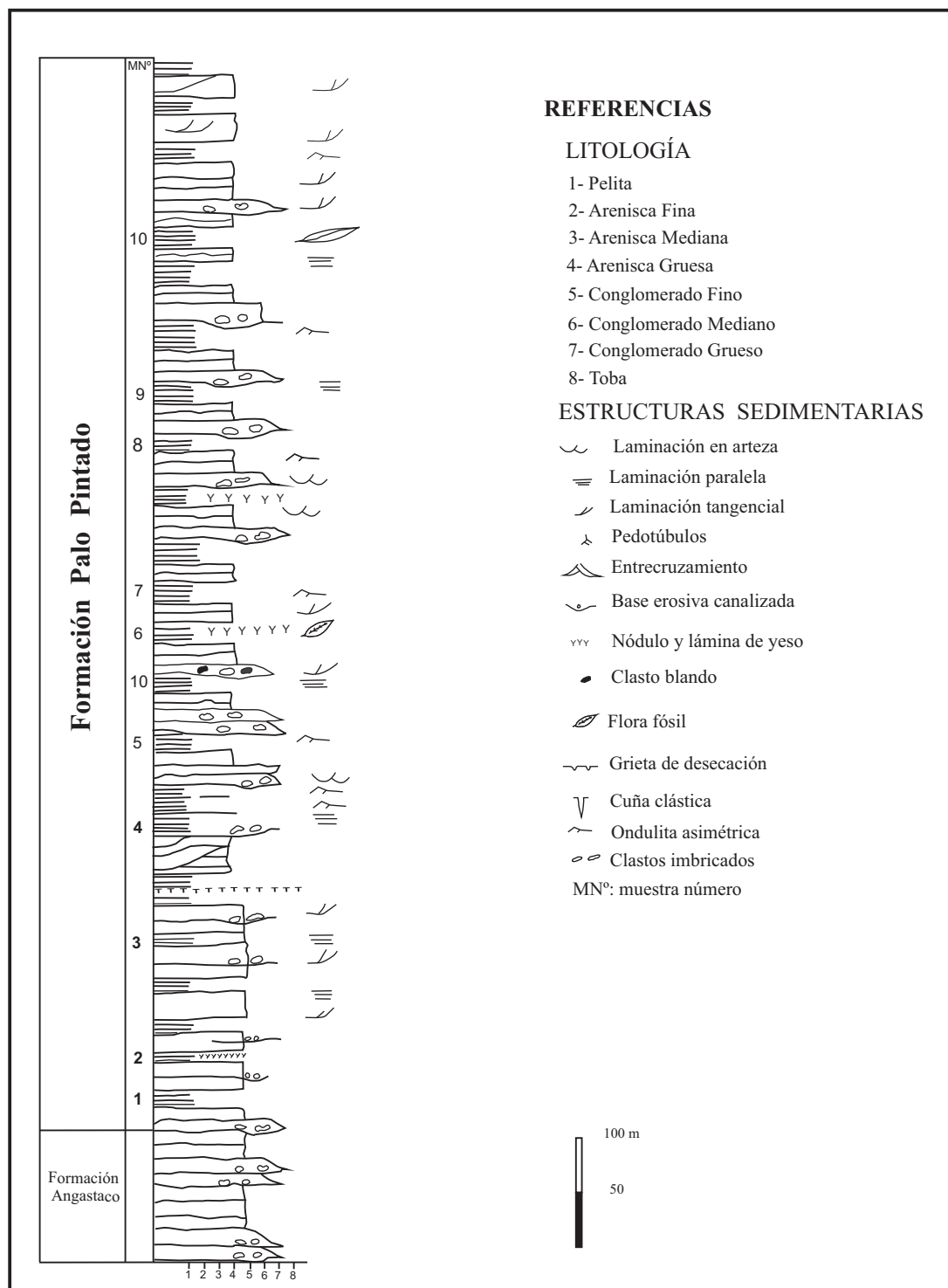


Figura 7. Columna estratigráfica de la localidad Río Calchaquí señalando los niveles con palinomorfos estudiados.





Figura 8. Imágenes de los afloramientos de la Formación Palo Pintado en la localidad Quebrada El Estanque.



Figura 9. Imagen de los afloramientos de la Formación Palo Pinto en la localidad Río Calchaquí.



Horn, M.Y. *Palinofloras de las formaciones El Morterito y Palo Pintado (Mioceno Superior-Plioceno Inferior), Noroeste de Argentina.*

# **CAPÍTULO III**

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

### **III. MATERIALES Y MÉTODOS**

Para alcanzar los objetivos propuestos se realizaron las siguientes actividades:

#### **3.1. Tareas de campo**

a) Recorrido y reconocimiento geológico de las unidades estudiadas, para la elección de los sedimentos mejor expuestos a fin de confeccionar perfiles estratigráficos. En el caso de la Formación Palo Pintado se contó con la colaboración del Dr. Rafael Herbst y de la Dra. Claudia Galli quién esquematizó los perfiles y en la Aloformación Playa del Zorro se contó con la colaboración del Dr. Rafael Herbst.

b) Técnica de muestreo: de cada perfil se realizó el muestreo ordenado y secuencial de cada nivel sedimentario y en otros casos se seleccionaron los niveles pelíticos, limosos y/o limo-arcillosos (de origen lacustre), ya que por sus características tienen mayor probabilidad de preservar palinomorfos.

De la Aloformación Playa del Zorro se tomaron en total 24 muestras sedimentarias, 13 de la localidad “La Cascadita” (en su mayoría de los niveles pelíticos, pero también de niveles limo-arenosos, arcillas y un nivel de toba) y 11 de la localidad Río Totoral (de los niveles pelíticos y con areniscas finas).

De la Formación Palo Pintado se tomaron en total 76 muestras sedimentarias, 64 de la localidad Quebrada El Estanque (en su mayoría de los niveles pelíticos) y las otras 10 de la localidad Río Calchaquí (también de los niveles pelíticos mejor expuestos).

#### **3.2. Tareas de laboratorio-procesamiento de la muestras**

La mayoría de las muestras de ambas formaciones se procesaron y montaron en el Laboratorio del CECOAL, sin embargo algunas de las muestras de la localidad Quebrada El Estanque y de la Cascadita se derivaron al Departamento de Geología de la UBA como muestras testigos y para la obtención de materia orgánica.

En general las muestras se sometieron al siguiente procedimiento:

a) disgregado mecánico de la roca (aprox. 150-200 gr.).

b) posterior inmersión en ácido clorhídrico (HCl) al menos por 48 horas, para disolución primaria de carbonatos; lavados con agua destilada, seguido de inmersión durante 36 horas en ácido fluorhídrico (HF) (38%), utilizando agitadora para acelerar el

proceso de disolución de sílice, neutralización y lavado seguido de concentración de la muestra en tubos de centrífuga.

c) en algunas muestras se realizó tratamiento en caliente con HCl para la completa eliminación de cristales (de fluorsilicatos, carbonatos y calcio remanentes); neutralización y lavado.

d) las muestras seleccionadas para el análisis complementario de materia orgánica fueron filtradas utilizando mallas de tamiz de 10um.

e) posteriormente, los residuos fueron montados sobre portaobjetos estándar, utilizando glicerina gelatina y sellados con parafina.

### **3.3. Repositorio**

Como último paso los preparados fueron rotulados y enumerados para incorporarlos a la Colección Paleontológica Rafael Herbst de la Fa CENA-UNNE, con la sigla CTES-PMP (Corrientes Preparados micropaleontológicos).

### **3.4. Tareas de gabinete-análisis microscópico**

a) Los preparados se observaron bajo Microscopio óptico de luz transmitida Leitz Diaplan (localidad Río Calchaquí) y Nikon E-100 con cámara digital incorporada (localidades Quebrada El Estanque, La Cascadita y Río Totoral), con aumentos de 40x y 100x para la medición y fotografiado de los ejemplares mejor preservados.

b) Recuentos estadísticos para la determinación de frecuencias relativas.

Se contabilizaron entre 100 y 200 granos de polen y esporas (Bryophyta y Monilophyta).

Se contabilizaron como máximo 200 palinomorfos por nivel sedimentario en las cuatro localidades estudiadas. Sin embargo, en algunos niveles no se logró llegar a este valor máximo. De todos modos, teniendo en cuenta que se trata de elementos reconocidos como integrantes de las paleopalinoofloras del Mioceno de Argentina, se consideró su presencia para el análisis estadístico y en la determinación de frecuencias relativas; de la misma manera se procedió para establecer las paleocomunidades y las consideraciones paleoambientales.

c) Determinación sistemática de los palinomorfos, en todos los casos se compararon las especies fósiles halladas con taxones afines, tanto fósiles como actuales de la flora regional argentina y de países limítrofes. La comparación con los taxones afines actuales se logró a través de bibliografía especializada y observación de material actual (PAL-CTES), la comparación con fósiles, solamente fue bibliográfica y en especial con aquellos trabajos referidos a sedimentos Neógenos, en primer lugar con los de Argentina siguiendo por los de Sudamérica y en algunos casos específicos con los mundiales.

d) Diagrama polínico: se confeccionó con el programa Tilia (DOS 1.2. Versión 2.0.b.4, Grimm E. 1991-1993), para la localidad Quebrada El Estanque con el objeto de analizar las asociaciones palinológicas, debido a que es la localidad que posee mayor diversidad de especies.

Para la elaboración del diagrama se ubicaron los niveles sedimentarios más antiguos en la parte inferior. Luego se cargaron las especies de acuerdo a los grandes grupos vegetales: algas, briófitos, monilófitas, gimnospermas y angiospermas.

Con el fin de establecer zonas palinológicas se utilizó el Método de agrupamientos (CONNISS) que se basa en el Análisis de agrupamientos (*Cluster Analysis*) con la restricción que los grupos están formados por aglomeraciones jerárquicas de muestras estratigráficamente adyacentes.

Los criterios tomados en cuenta para el análisis de las zonas son:

1) Diversidad taxonómica (número total de especies en un momento dado).

2) Frecuencia relativa de sus integrantes. Se adoptó la siguiente escala establecida por Mautino (2010) y se la adaptó a los valores aquí obtenidos:

Frecuencia menor al 1%.....Muy escasa

Frecuencia menor al 5%.....Escasa

Frecuencia menor al 30%.....Moderada

Frecuencia menor al 60%.....Abundante

Frecuencia menor al 100%.....Muy abundante

3) Registro continuo o saltuario de las especies a lo largo del perfil (distribución vertical).

Para poder correlacionar los resultados del análisis del diagrama con la columna sedimentaria de la localidad El Estanque (Capítulo II, figura 6), forzosamente se invirtió la numeración de las mismas, quedando como la más antigua la N° 18.

### 3.5. Análisis complementario de la materia orgánica palinológica total de la localidad La Cascadita

En esta localidad se hallaron esporas de hongos, colonias y cigósporas de algas y escasos granos de polen, por este motivo se analizó la materia orgánica de los 13 niveles para complementar las inferencias paleoambientales de esta localidad.

La metodología empleada fue la siguiente:

- a) se contabilizaron 500 partículas en los niveles 1, 2, 3, 5, 6, 8, 9, 11, 12 y 13, 300 partículas en el nivel 7 y menos de 200 en los niveles 4 y 10 por lo que no se incluyen en el análisis (Tyson, 1995 y Batten, 1996).
- b) siguiendo a Tyson (1995) las partículas se clasificaron en cuatro tipos de materia orgánica: fitoclastos, materia orgánica amorfa, palinomorfos y zooclastos.

Teniendo en cuenta las frecuencias relativas de cada tipo de materia orgánica

### 3.6. Clasificación sistemática

La clasificación de los palinomorfos se realizó a nivel de género fósil y especie fósil en base al Sistema Artificial de Potonié (Potonié, 1931, 1956, 1958 y 1960). Se empleó la nominación vigente para especies actuales en *Glomus* sp., *Lycoperdon* sp., *Azolla* sp.; algas Chlorophyta y las Zygnematales *Spirogyra* sp. cf. *S. scrobiculata* y *Mougeotia* sp. cf. *M. laetivirens*. Se agrupan en los Reinos Fungi, Protista y Plantae. En la clasificación de las algas (Chlorophyta y Zygnemataceae) se sigue a Zippi, 1998. La única especie fósil relacionada con las hepáticas actuales se incluye dentro de Bryophyta *sensu lato*. Los taxones fósiles de esporas de helechos se incluyen dentro de Monilophyta (Smith *et al.*, 2006). Los dos géneros fósiles afines a gimnospermas se incluyen en las Divisiones Pinophyta y Gnetophyta (Christenhusz *et al.*, 2011) y los taxones fósiles afines a angiospermas en la división Magnoliophyta según Cronquist, 1981, además se los distribuye por su tipo apertural siguiendo un orden evolutivo.

En el Capítulo IV.1. Descripciones Sistemáticas aquellas especies que cuentan con numerosas citas y descripciones previas no se describen en este capítulo, en cambio se aclara el autor en base a quién se determinaron los ejemplares estudiados, y se señalan las dimensiones de los mismos.

De todas las especies se presentan los registros fósiles previos, la afinidad botánica, la distribución geográfica, el hábito y hábitat de las especies actuales afines.

Entre todos los registros previos existentes se da prioridad a los de Argentina especialmente a los del Neógeno.

**3.7.** En las tablas 3 y 4 se exponen el número de muestra, número de colección de los preparados estudiados de cada localidad y con el signo + se indica la fertilidad.

#### Aloformación Playa del Zorro

A Localidad LA CASCADITA			B Localidad RIO TOTORAL		
Muestras N°	CTES-PMP N°	Fertilidad	Muestras N°	CTES-PMP N°	Fertilidad
1	3080	-	1	3062	-
2	3081	-	2	3063	-
3	3082	-	3	3064	-
4	3083	-	4	3065	-
5	3084	-	5	3066	-
6	3086	-	6	3067	+
7	3087	+	7	3068	+
8	3074	+	8	3069	+
9	3075	+	9	3070	-
10	3076	+	10	3071	-
11	3077	+	11	3072	-
12	3078	-	12	3073	-
13	3079	-			

**Tabla 3:** Aloformación Playa del Zorro. Número de muestras, número de colección de los preparados y fertilidad (+) de las localidades estudiadas. **A:** La Cascadita, **B:** Río Totoral.

#### Formación Palo Pintado

<b>A Localidad QUEBRADA EL ESTANQUE</b>		
<b>Muestra N°</b>	<b>CTES-PMP N°</b>	<b>Fertilidad</b>
1	3430-3431	+
2	3424-3425-3426	+
3	3423-3421-3422	+
4	2931	+
5	2930	+
6	2928	+
7	2924	+
8	2910	+
9	2914	+
10	2913-2915	+
11	2912	+
12	2911	+
13	3410-3411- 3045-3046- 3412-3413	+
14	2909	+
15	3044	+
16	3042	+
17	3041	+
18	3042	+

<b>B Localidad RIO CALCHAQUÍ</b>		
<b>Muestra N°</b>	<b>CTES-PMP N°</b>	<b>Fertilidad</b>
1	2875ayb	+
2	2876ayb	+
3	2877ayb	+
4	2878ayb	+
5	2879ayb	+
6	2872ayb	+
7	2873ayb	+
8	2874ayb	+
9	2880	+
10	2881	+

**Tabla 4:** Formación Palo Pintado. Número de muestras, número de colección de los preparados y fertilidad (+) de las localidades estudiadas. **A:** Quebrada El Estanque, **B:** Río Calchaquí.

Horn, M.Y. *Palinofloras de las formaciones El Morterito y Palo Pintado (Mioceno Superior-Plioceno Inferior), Noroeste de Argentina.*

# **CAPÍTULO IV**

## **RESULTADOS**



## CAPÍTULO IV. RESULTADOS

### Observaciones generales

Este capítulo se divide en dos partes:

**IV.1. Descripciones Sistemáticas** se incluyen las descripciones de 38 especies de origen continental que corresponden a esporas de hongos, colonias de algas Chlorophyta, cigósporas de Zygnemataceae, esporas de Bryophyta y Monilophyta, granos de polen de Gnetophyta, Pinophyta y Magnoliophyta,

**IV.2. Análisis de los resultados: espectro palinológico, frecuencias relativas, análisis palinofacial y paleocomunidades**, estas últimas se infieren a partir del hábito y hábitat de las especies actuales afines a los taxones fósiles. De la localidad La Cascadita en particular se presentan también los resultados del análisis palinofacial.

### IV. 1. DESCRIPCIONES SISTEMÁTICAS

Los distintos Sistemas de clasificación utilizados y el tratamiento general de este capítulo se aclaran en el Capítulo III (Materiales y métodos).

Reino Fungi

Phylum Glomeromycota C. Walker & A. Schüssler 2001

Género *Glomus* Tulasne y Tulasne 1844

***Glomus* sp.**

Lámina 1 A

**Descripción:** esporas esféricas a subesféricas de color amarillo amarronado, diámetro general 45-85  $\mu\text{m}$  x 62-121  $\mu\text{m}$ , algunas poseen pequeñas perforaciones en la pared, solo dos ejemplares conservaron un fragmento de hifa.

**Principal material estudiados:** CTES-PMP La Cascadita 3074e: 38,1/95,5; 40,2/97,6; 37,4/91,8; 35,6/93,6; 3075a: 42,7/94,2; 43,4/93 (20 ejemplares en total).

**Registros previos:** Los hallazgos fósiles (esporas, restos de arbúsculos, etc), más antiguos asignados a *Glomus* datan del Paleozoico Inferior (Honrubia, 2009 y Taylor *et al.*, 2009). A pesar de estos registros tan antiguos el hallazgo de este género es más frecuente en sedimentos Cenozoicos. En Argentina, se cita para el Oligoceno/Mioceno (Náñez, 2009) y Pleistoceno-Holoceno (Garralla, 2003, Grill y Morrás 2010, Mussoto *et al.*, 2012); en Brasil, Holoceno (Garcia, 1994); en América del

Norte, Neógeno (Elsik, 1976) y Pleistoceno/Holoceno (Van Gell, 2001); en África, Holoceno (Jarzen y Elsik, 1986).

**Afinidad botánica:** Glomaceae Pirozynski y Dalpé 1989, *Glomus* sp.

**Hábito y hábitat del género actual afín:** *Glomus*, como el resto de los hongos integrantes del phylum, viven en el suelo. Su importancia recae en el hecho de que forman micorrizas arbusculares o endomicorrizas con quizá el 90% de las plantas superiores (Chenopodiaceae, Fagaceae, Poaceae, entre otras) (Honrubia, 2009). Las esporas en estado de latencia son grandes y de paredes gruesas, son comunes en la mayoría de los suelos y su proximidad a las raíces de las plantas estimula la germinación de las mismas. Las hifas no septadas se propagan atravesando el suelo y penetran en las raíces vivas, donde desarrollan ramificaciones intracelulares (arbusculo) a través de las cuales intercambian minerales (en especial fósforo) por fotosintatos producidos por la planta (como azúcares). Los hongos de este orden pueden producir dentro de las raíces de las plantas, además de los arbusculos, estructuras llenas de lípidos llamadas vesículas (Kendrick, 2000 y Martínez y Pugnaire, 2009). El micelio es muy eficiente en la movilización de fósforo insoluble del suelo y en el traslado del mismo en la planta. Dado que el fósforo es a menudo el nutriente limitante para el crecimiento de las plantas, estos hongos ayudan a las plantas a prosperar en suelos pobres, son por lo tanto vitales en muchos hábitats naturales y de gran valor potencial en la agricultura (Kendrick, 2000, Becerra *et al.*, 2007 y Martínez y Pugnaire, 2009).

Phylum Basidiomycota Bold 1957 ex Moore 1980

Género *Lycoperdon* Peerson 1801

***Lycoperdon* sp.**

Lámina 1 B

**Descripción:** esporas esféricas de 12,6 a 20 µm de diámetro, superficie equinada.

**Principal material estudiado:** CTES-PMP La Cascadita 3074c: 40,8/91,6; 3074e: 37,5/86,5 (100 ejemplares en total).

**Registros previos:** el primer registro de esporas asignadas al género *Lycoperdon* o al menos al orden Lycoperdales data del Cretácico superior-Eoceno de Gran Bretaña (Jarzen y Elsik, 1986). Es citado también para el Neógeno de Norte América (Elsik, 1976) y para el Holoceno de África (Jarzen y Elsik, 1986) y Brasil (Garcia, 1994).

Los ejemplares estudiados representan el primer registro del género en sedimentos del Mioceno de Argentina.

**Afinidad botánica:** Lycoperdaceae, *Lycoperdon* sp.

**Distribución geográfica, hábito y hábitat de la especie actual afín:** los hongos Lycoperdales poseen unas 260 especies, la mayoría de ellas son saprobióticas (en el suelo o en la madera podrida) aunque algunas pueden formar ectomicorrizas (Kendrick, 2000 y Becerra *et al.*, 2007). Ciertos grupos de hongos de este Phylum, poseen mecanismos muy peculiares para la efectiva dispersión de las esporas. En el caso de los Lycoperdales producen una masa de esporas que son expulsadas al exterior del peridio a través de un poro (ostiolo) apical pudiendo ser diseminadas por el viento (Kendrick, 2000).

Reino Protista

Chlorophyta Pascher, 1914

Orden Chlorococcales Marchand 1895 orth. mut. Pascher 1915

Género *Botryococcus* Kützing 1909

**Especie Tipo** *Botryococcus braunii* Kützing 1849

***Botryococcus braunii* Kützing 1849**

Lámina 1 C-E

En Zippi (1998). *Micropaleontology*, 44: 1-78.

**Dimensiones:** colonias de 25 a 100 µm de diámetro.

**Principal material estudiado:** CTES-PMP **Quebrada del Estanque** 2928b: 44,2/92,2; 2928c: 46,1/96,8; 40,2/91,1; 2930a: 38,7/ 93,3. 2930b: 37,8/86,3; 38,6/86,4; 44,5/88; 43,9/88; 39/88; 38,5/88,2; 34,3/90,6; 35,9/90,8; 38,1/90,8; 40/92,9; 33,3/93,7; 34,2/93,2; 43,8/95; 34,3/96,4; 37,5/96,4; 42,1/96,4; 46,6/96,5; 42,1/97,6; 3040c: 40,5/90; 42,7/90; 39,1/90,5; 42/92,5; 42/92,7; 3040d: 37,6/91,2; 42,6/94,4; 3041b: 32,9/88,4; 38,5/88,8 (300 ejemplares en total). **La Cascadita** 3074e: 40,2/80,1 y 3075c: 35,2/92,2 (731 ejemplares en total).

**Comentario:** se reconocen colonias compuestas ramificadas y sin ramificar (simples) de color amarillo, anaranjado a amorronado, algunas presentan muy buen estado de preservación tanto que en sus copas pueden apreciarse los anillos de crecimiento. En

otros casos se observan colonias completas como masas amorfas o partes de las mismas sin estructura aparente.

**Registros previos:** en Argentina, Devónico (Amenábar *et al.*, 2006), Carbonífero (Gutiérrez y Limarino, 2001, Amenábar *et al.*, 2007); Triásico (Rodríguez Amenabar y Ottone, 2003, Zavattieri y Rojo, 2005, Zavattieri y Mego, 2008); Jurásico (Martínez, 2002, Martínez *et al.*, 2005); Paleoceno (Volkheimer *et al.*, 2006), Eoceno medio/Oligoceno temprano (Martínez *et al.*, 2008), Oligoceno (Barreda, 1997c, Nández *et al.*, 2009, Heredia, 2012), Mioceno (Prámparo *et al.*, 1996, Ottone *et al.*, 1998, Zamaloa, 2004) Mioceno Medio/Mioceno Tardío (Acevedo *et al.*, 1998, Barreda *et al.*, 1998, 2003, 2006, Guler *et al.*, 2002, Palazzesi y Barreda, 2004, Mautino, 2007, Ottone *et al.*, 2012); Holoceno (Borel, 2007, Borel *et al.*, 2003); Brasil, Carbonífero (Di Pasquo *et al.*, 2003), Holoceno (Bohns Meyer *et al.*, 2005 y 2006); Uruguay, Pérmico (Berl *et al.*, 2009 y 2011); Colombia, Cuaternario (Hooghiemstra, 1984); Canadá, Albiano (Zippi, 1998); Korea, Cretácico (Sangheon, 1997).

Jankovská y Komárek (2000), explican que es muy difícil diferenciar las especies existentes de *Botryococcus*, por este motivo suponen que los ejemplares fósiles asignados a *B. braunii* sean probablemente una mixtura de especies en vez de solo una.

**Afinidad botánica:** Botryococcaceae, *Botryococcus braunii* Kützinger 1849

**Distribución geográfica hábito y hábitat de la especie actual afín:** el género presenta una distribución cosmopolita. Es un alga planctónica, bentónica o epífita sobre plantas sumergidas que prefiere aguas de lagos y lagunas con alcalinidad elevada. Es abundante en aguas oligotróficas (Borel *et al.*, 2003). Desde el punto de vista morfológico no ha sufrido transformaciones hasta la actualidad, por lo que se considera que los especímenes fósiles, habrían vivido bajo condiciones ecológicas similares a sus equivalentes actuales (Guy Olshon, 1992, Rodríguez Amenábar y Ottone, 2003). Las colonias actuales de *Botryococcus* muestran variaciones en su tamaño, morfología y estadio de desarrollo relacionadas directamente con cambios ambientales (como condiciones de sequía), climáticos (clima cálido o frío) y químicos (salinidad, contenido de nitrógeno y oxígeno) del cuerpo de agua que los contiene (Tyson, 1995 y Rodríguez Amenábar y Ottone, 2003).

Género *Pediastrum* Meyen 1829

**Especie Tipo** *Pediastrum duplex* Meyen 1829

***Pediastrum* sp. cf. *P. boryanum* var. *longicorne* Reinsch 1867**

Lámina 2 A y D

En Mautino 2007. *Revista Española de Micropaleontología*, 39 (1-2): 81-102.

**Dimensiones:** cenobios de 21 a 60 µm de diámetro.

**Principal material estudiado:** CTES-PMP Quebrada del Estanque 2928b: 36,9/87; 38,2/87; 3, 41,2/87,3; 44,1/88,2; 39,4/88,4; 35,8/88,4; 35,1/88,7; 37,3/88,8; 38,7/88,8. 2930a: 42,7/96,2. 2930b: 37,8/86,3; 38,6/86,4; 41,8/86,4; 43,9/88; 49,9/88,4; 36,8/90,8; 38,1/90,8; 40/92,9. 3041b: 91,2/89 (392 ejemplares en total).

**Registros previos:** en Argentina, Mioceno Superior (Acevedo *et al.*, 1998 y Zamaloa y Tell, 2005, Mautino, 2007), Canadá, Aptiano (Zippi, 1998).

**Comentario:** cenobios en su mayoría completos con buen estado de preservación.

**Afinidad botánica:** Hydrodictyaceae, *Pediastrum boryanum* var *longicorne*.

**Distribución geográfica hábito y hábitat de la especie actual afín:** en Argentina, esta variedad se distribuye ampliamente en las regiones cálidas y frías del país mientras que la especie a nivel mundial se distribuye en ambos hemisferios con apariciones esporádicas de las variedades más comunes (Tell, 2004). La especie es un componente común del fitoplancton de los lagos eutróficos a mesotróficos, y se encuentra principalmente en las regiones templadas asociadas con otras especies de algas verdes (Zamaloa y Tell, 2005).

Al género *Pediastrum* ocasionalmente puede encontrárselo viviendo sobre macrófitas sumergidas (perifiton) y /o sobre el fondo. De manera experimental se ratificó que su crecimiento está influenciado por la cantidad de horas de luz, tal vez por este motivo es más abundante durante el verano. Se lo relaciona con cuerpos de agua más bien profundos pero se lo ha observado también en pantanos (Tyson, 1995).

***Pediastrum simplex* Meyen 1829**

Lámina 2 B y C

En Mautino 2007. *Revista Española de Micropaleontología*, 39 (1-2): 81-102.

**Dimensiones:** cenobios de 28 a 100 µm.

**Principal material estudiado:** CTES-PMP **Quebrada del Estanque** 2928b: 36,9/87; 38,2/87; 3, 41,2/87,3; 44,1/88,2; 39,4/88,4; 35,8/88,4; 35,1/88,7; 37,3/88,8; 38,7/88,8; 2930a: 43,1/95,3; 37,2/95; 42,1/96,2; 3406,3407; 3411, 3045, 63; 2930b: 37,8/86,3; 38,6/86,4; 41,8/86,4; 43,7/87,1; 44,5/88; 39/88; 36,7/88,3; 38,5/88,2; 39,9/88,2; 49,9/88,4; 35,1/88,5; 34,3/90,6; 36,8/90,8; 44,6/93,1; 33,2/92,6; 33,3/93,7; 34,2/93,2; 43,8/94,9; 39,3/95 (544 ejemplares en total).

**Registros previos:** en Argentina, Mioceno Superior (Acevedo *et al.*, 1998 y Mautino, 2007).

**Comentario:** cenobios en su mayoría fragmentados. Material abundante.

**Afinidad botánica:** Hydrodictyaceae, *Pediastrum simplex*.

**Distribución geográfica hábito y hábitat de la especie actual afín:** es común encontrar a esta especie en varios países del hemisferio norte y hemisferio sur. No se encuentra presente en climas fríos y en áreas circumpolares. En la Argentina se presentan tres variedades distribuidas en la regiones Norte, noreste y centro del país (Tell, 2004). Habita en regiones de clima templado en cuerpos de agua dulce eutróficos a oligotróficos con pH neutro a alcalino (pH 7- > 7) (Zamaloa y Tell, 2005).

Género *Coelastrum* Nägeli in Kützing 1849

**Especie tipo** *Coelastrum sphaericum* Nägelli en Kützing 1849

*Coelastrum* sp.

Lámina 2 E

En Zippi 1998. *Micropaleontology*, 44: 1-78.

**Dimensiones:** (10 ejemplares medidos) cenobios de 34-36 µm de diámetro, células de 2,5 a 4 µm de diámetro.

**Material estudiado:** CTES-PMP **Quebrada del Estanque** 2930b: 43,9/90,9; 40/92,6; 37,3/95. 2931b: 43,5/86,1; 39,3/87,3; 39,9/87,6; 46,1/87,5; 47,4/87,5; 43,5/89,4; 40,4/89,6; 38,9/89,6; 36,3/91,6; 36,8/91,6; 39,9/90,5; 44,8/90,6; 45,1/90,6; 48,5/90,7; 45,1/90,6; 48,5/90,7; 50/90,9; 50,6/90,9; 50,6/92,3; 48,6/92,3; 45,9/92,3; 45,1/92,3; 41,1/92,3; 37,2/94,1; 38,2/94,1; 50,9/94,1; 50,2/95,5 (82 ejemplares en total).

**Registros previos:** en Argentina, Mioceno Superior (Mautino, 2007); Colombia, Cuaternario (Hooghiemstra, 1984); Canadá, Cretácico (Zippi, 1998).

**Afinidad botánica:** Coelastraceae, *Coelastrum*.

**Distribución geográfica hábito y hábitat del género actual afín:** Muchas especies de *Coelastrum* son cosmopolitas y otras están restringidas a regiones templadas o tropicales. La taxonomía del género presenta gran confusión al igual que su distribución geográfica, encontrándose en la Argentina 11 especies y 6 taxones infraespecíficos (Tell, 2001). Los reportes del género se restringen a hábitats dulceacuícolas. Muchas de sus especies son elementos comunes en el plancton de lagunas, pantanos, zanjas, charcos y piscinas (Zippi, 1998).

Orden Oedogoniales G.S. West 1904

Género *Oedoogonium* Link 1820

**Especie Tipo** *Oedogonium grande* Kützing, 1845 var. Grande

**Especie fósil** *Oedogonium* sp. cf. *O. cretaceum* Zippi 1998

Lámina 2 F

En Martínez *et al.* 2008. *Ameghiniana*, 45 (4): 719-735.

**Dimensiones:**(1 ejemplar) diámetro de la oóspora 55,71 µm.

**Material estudiado:** CTES-PMP **Quebrada del Estanque** 2924c: 37,3/92,6; 3426a: 36,8/89,4 (5 ejemplares en total).

**Registros previos:** en Argentina se encuentra citado *Oedogonium* sp. cf. *O. cretaceum* para el Paleoceno (Martínez *et al.*, 2008); *Oedogonium* sp. para el Mioceno Medio/Mioceno Tardío (Acevedo *et al.*, 1998 y Mautino, 2007); en New York, Devónico Medio (*Paleoedogonium*, en Zippi, 1998); Canadá, Cretácico Inferior (*Oedogonium cretaceum*, en Zippi, 1998).

**Afinidad botánica:** Oedogoniaceae, *Oedogonium* (Zippi, 1998).

**Distribución geográfica hábito y hábitat del género actual afín:** las especies actuales están distribuidas en cuerpos de agua dulce y otras pocas en ambientes marinos. Los hábitats preferidos por *Oedogonium* son (en orden de importancia) charcos o estanques permanentes, lagos y charcos temporarios. La reproducción sexual es común en el género y ocurre una o dos veces al año, requiere condiciones de alcalinidad o Ph neutral y deficiencia de Nitrógeno (Zippi, 1998).

División. Charophyta sensu Lewis y McCourt 2004

Orden Zygnematales Borge y Pascher 1931

Género *Mougeotia* Agardh 1824

**Especie Tipo** *Mougeotia genuflexa* (Roth) Agardh 1824

*Mougeotia* sp. cf. *M. laetivirens* (A. Braun) Wittrock 1877

Lámina 3 A

En Zamaloa 1996. *Ameghiniana*, 33 (2): 179-184.

**Dimensiones:** (10 ejemplares medidos) Diámetro máximo de la parte cilíndrica 43-77 µm.

**Material estudiado:** 2910c: 41/88,7; 2911d: 42/88,5; 2914a: 46,1/88,2; 40,6/95,7; 38/91,9; 2914b: 31,4/92,6; 2914c: 41,5/90,4; 41,7/87,8; 2914d: 43,9/90,3; 41,8/91,9; 43,5/89,5; 3421: 37,3/89,1, 37,9/89,1, 39,8/88,5, 40,5/96,1; 39,1/91,5 (20 ejemplares en total).

**Registros previos:** en Argentina *Mougeotia* sp. cf. *M. laetivirens*, se encuentra citada para el Terciario Medio (Zamaloa, 1996), Mioceno (Zamaloa, 2004), Holoceno (Borel *et al.*, 2003 como *Mougeotia laetivirens*); Colombia, Cuaternario (Van Geel y Van Der Hammen, 1978, Hooghiemstra, 1984); Canadá, Aptiano (Zippi, 1998); Italia, Holoceno (Miola *et al.*, 2010), Korea, Cretácico (Sangheon, 1997 como *Kachiisporis*).

**Afinidad botánica:** Zygnemataceae, *Mougeotia laetivirens*.

**Hábitat de la familia actual afín:** las Zygnemataceae se destacan entre las algas verdes por su amplia distribución ya que la mayoría de sus especies (con algunas excepciones) forman parte de la biodiversidad mundial (Solaiman y Naz, 2011). Son algas casi exclusivamente dulceacuícolas que crecen en ambientes lénticos y lóticos formando parte del macrobentos y del macroplancton (Borel *et al.*, 2003). La presencia de esta familia en general indica hábitats continentales de aguas quietas poco profundas (menos de cinco metros de profundidad), mesotróficas, ricas en oxígeno, y relativamente cálidas (Van Gell, 1976 y 2001, Van Geel y van der Hammen, 1978). En estas condiciones ambientales, producen sus cigósporas (cigotas de resistencia) ante la desecación estacional del hábitat, descenso de nitrógeno o aumento de pH en el agua (Borel *et al.*, 2003). La presencia de estas cigósporas brinda información estrictamente local, relacionada con parámetros ecológicos que determinan las condiciones favorables del agua para su formación. Esta información es totalmente independiente de la que se



obtiene a través del diagrama polínico general, de ahí la importancia del estudio de las Zygnemataceae fósiles y su paleoecología (Zamaloa, 1996).

Género *Spirogyra* Link 1820

**Especie Tipo** *Spirogyra porticalis* (Müller) Cleve 1868

*Spirogyra* sp. cf. *S. scrobiculata* (Stockmayer) Czurda 1932

Lámina 3 B

**Descripción.** Esporas elipsoidales, sutura meridional, exina con perforaciones circulares a subcirculares de 50,46-90,55 µm por 22,50-67,60 µm de diámetro, exina de 1-2 µm de espesor, lúmenes de los poros 0,94-2µm.

**Material estudiado:** CTES-PMP **Quebrada El Estanque** 2914a: 43/89,6; 2914b: 39,5/92,3; 35,5/96; 34,5/99,1; 2914c: 43/87,6; 36,7/88,8; 2914d: 39,6/90,4; 42,8/90,6; 39,2/90,9 (9 ejemplares en total).

**Registros previos:** no se han encontrado registros previos de esta especie en Argentina, sin embargo se encuentra citada para el Holoceno de Brasil (Bohns Meyer *et al.*, 2005 y 2006) y Europa (Van Gel *et al.*, 1980/1981, Grenfell, 1995, Miola *et al.*, 2010).

**Afinidad botánica:** Zygnemataceae, *Spirogyra scrobiculata*.

**Hábitat de la familia actual afín:** ver en *Mougeotia laetivirens*.

Género fósil *Ovoidites* Potonié 1951 *ex* Thomson y Pflug 1953 *emend.* Krützsich 1959

**Especie Tipo fósil.** *Ovoidites ligneolus* Potonié *ex* Krützsich 1959

*Ovoidites parvus* (Cookson y Dettman) Nakoman 1966

Lámina 3 C

En Zippi 1998. *Micropaleontology*, 44: 1-78.

**Dimensiones:** (12 ejemplares medidos) 46,20-95,53 µm por 25-50µm.

**Principal material estudiado:** CTES PMP **Quebrada El Estanque** 2913c: 32/91,9; 42/93,7; 38/94,9; 36,1/95,8; 2913 d: 37,4/97,1; 40,2/94; 39,4/97,4; 35,9/97,6; 2914 a: 45,3/89; 46,7/90; 40,6/91,4; 39,2/98; 2914 b: 39,4/93,9; 39,2/96,8; 2914c: 41,6/87,4; 46,1/90,9; 44,2/89,1; 2914 d: 40,2/89,136,5/89,5; 36,6/89,1; 3421: 37,3/89,1; 38,8/88,5; 40,9/88,2; 43,1/88,2; 42,6/88,6; 37,9/90,9; 36,5/91,9; 44,4/91,5; 37,2/91,9; 39,7/95,6; 36,4/92,1; 42,1/92,8; 45,4/92,8; 35/94; 43,4/94; 40,9/95,6 (55 ejemplares en total).

**Registros previos:** de Argentina, Cretácico inferior (Prámparo, *et al.*, 2005), Mioceno Medio/Mioceno Superior (Mautino, 2007); Colombia, Cuaternario (Van Gell y van der Hammen, 1978, Hooghiemstra, 1984) Canadá, Albiano (Zippi, 1998); Korea, Cretácico (Sangheon, 1997).

**Afinidad botánica:** Zygnemataceae, *Spirogyra*.

**Hábitat de la familia actual afín:** ver en *Mougeotia laetivirens*.

*Ovoidites grandis* Zippi 1998

Lámina 3 D

En Zippi 1998. *Micropaleontology*, 44: 1-78.

**Dimensiones:** (4ejemplares medidos) 140-160 µm de longitud por 78-82 µm de ancho.

**Material estudiado:** CTES PMP **Quebrada El Estanque** 2913a: 38,9/95,2; 2913c: 43,9/94,9; 35,9/97,8; 2913d: 32,1/90,4; 3443: 41,6/89,9; 42,8/97,8. **La Cascadita** 3074e: 38,6/97,6.

**Registros previos:** de Argentina, Neógeno (Mautino, 2007 formaciones San José, Chiquimil y Palo Pintado); Canadá, Albiano (Zippi, 1998).

**Afinidad botánica:** Zygnemataceae, *Spirogyra*.

**Hábitat de la familia actual afín:** ver en *Mougeotia laetivirens*.

*Ovoidites sprigii* (Cookson y Dettmann) Zippi 1998

Lámina 3 E

En Zippi 1998. *Micropaleontology*, 44: 1-78.

**Dimensiones:** (3 ejemplares medidos) 66-92 µm de longitud por 57-76 µm de ancho.

**Principal material estudiado:** CTES PMP **Quebrada El Estanque** 2912a: 44,6/85,7 (6 ejemplares en total). **La Cascadita** 3074c: 44,7/88,2; 39,8/88,3; 39,4/85,2; 39,2/91,4; 38,1/96,5; 39,9/88,2 (10 ejemplares en total)

**Registros previos:** en Argentina, Triásico (Zavattieri y Prámparo, 2006, Zavattieri y Mego, 2008); Neógeno (Mautino, 2007 formaciones San José, Chiquimil y Palo Pintado); Canadá, Albiano (Zippi, 1998); Korea, Cretácico (Sangheon, 1997).

**Afinidad botánica:** Zygnemataceae, *Spirogyra*.

**Comentario:** algunos de los ejemplares hallados presentan perforaciones de diferentes tamaños, relacionadas probablemente a la actividad fúngica y bacteriana (Tyson, 1995).

**Hábitat de la familia actual afín:** ver en *Mougeotia laetivirens*.

***Ovoidites* sp.**

Lámina 3 F

**Descripción:** zigóspora de contorno subesferoidal a ovoide de 33,29-50,12 µm por 73,68-95,53 µm, pared reticulada a estriada de lúmenes irregulares y muros sinuosos. Sutura longitudinal rodeando la espora.

**Principal material estudiado:** CTES PMP Quebrada El Estanque 2914a: 39,8/88,1; 44,2/89,1; 44,4/89,3; 37,1/93,5; 42,5/96,3; 41,9/93,5; 40,4/96; 39,5/95,1; 38,7/91; 2914b: 35,4/96,6; 40,2/97,8; 2914c: 40,6/87,4; 41,4/88,2; 45,1/89,5; 46/90; 2914d: 36,4/89,3, 40,3/88,9, 37,2/88,7 (28 ejemplares en total).

**Afinidad botánica:** Zygnemataceae, *Spirogyra*.

**Comparaciones:** los ejemplares aquí estudiados presentan similitudes con los descritos por Zamaloa (1996) porque presentan forma subesferoidal a ovoide, con un retículo de paredes sinuosas con lúmenes irregulares y por el tamaño. No obstante esto, se diferencian porque la escultura podría considerarse más bien estriada, de acuerdo a lo representado por Grenfell (1995).

**Registros previos:** en Argentina, Terciario Medio (Zamaloa, 1996). Formas similares se describen en Van Gell y van der Hammen (1978) para el Cuaternario de Colombia.

**Hábitat de la familia actual afín:** ver en *Mougeotia laetivirens*.

Reino Plantae

Bryophyta *sensu lato*

Género *Reboulisporites* Zamaloa y Romero 1990

**Especie tipo** *Reboulisporites fueguensis* Zamaloa y Romero 1990

*Reboulisporites fueguensis* Zamaloa y Romero 1990

Lámina 3 G

En Zamaloa y Romero 1990. *Palynology*, 14: 123-133.

**Dimensiones:** (4 ejemplares medidos) diámetro ecuatorial 61,47-92,72 µm; lúmenes de 4-10 µm; muros mayores a 1,5 µm; exina de 2,8 µm de espesor; zona (sin retículo) de 3-7 µm de ancho.

**Material estudiado:** CTES-PMP Quebrada del Estanque 2911b: 34,1/99,3; 2911c: 35,2/95,6; 3044a: 42,7/88,9; 43,9/95,4; 43,1/98,5; 3044b: 42,8/92,1; 38,5/95; 38/95,3;

43,7/94,5; 41,2/89,7; 3051: 45,2/92,6. **Río Totoral** 3069b: 28,4/92; 29,9/92; 39,4/87,9; 32,7/88,2; 41,4/95,9; 37,2/90,3 (17 ejemplares en total).

**Registros previos:** en Argentina, Paleoceno (Cornou *et al.*, 2012); Mioceno (Zamaloa, 2004), Mioceno Medio/Mioceno Tardío (Acevedo *et al.*, 1997, Barreda *et al.*, 2006 y Mautino, 2010); Brasil, Eoceno/Mioceno (Yamamoto, 1995).

**Comentario:** los ejemplares hallados poseen un mayor diámetro ecuatorial que la especie tipo y además son subcirculares.

**Afinidad Botánica:** Ricciaceae.

**Hábitat de la familia actual afín:** las especies de esta familia integran el grupo de briófitos denominado “hepáticas”, habitan en zonas sombreadas húmedas, aunque algunas están adaptadas a hábitats periódicamente secos y calientes (Simpson, 2006).

Monilophyta

Género fósil *Plicatella* Maljavkina 1949 emend. Burden y Hills 1989

**Especie Tipo fósil** *Plicatella trichacantha* Maljavkina 1949

***Plicatella* sp.**

Lámina 3 H

**Descripción:** espora trilete de contorno ecuatorial triangular de lados levemente convexos y ángulos suavemente auriculados. Brazos de la lesura, limitan al ecuador. Cara proximal con tres series de 3 a 4 muros paralelos al ecuador, más anchos que los espacios que los separan (valéculas). Diámetro ecuatorial: 69-100 µm.

**Material estudiado:** CTES-PMP **Quebrada del Estanque** 3044a: 33,4/89; 937,7/80; 40/90 (3 ejemplares en total). **Río Calchaquí** 2872b: 38,5/99,5. **Río Totoral** 3069b: 31,2/92; 35,9/89,7; 39,4/90,5; 33,7/98,6 (4 ejemplares en total).

**Registros previos:** en Argentina la presencia y distribución de las esporas cicatricosas ha sido importante en el registro geológico, particularmente desde el Cretácico Temprano (Aptiano y Albiano), época en la que fueron componentes conspicuos de la vegetación en todo el mundo (Archangelsky y Archangelsky, 2010), pero también existen citas del Neógeno, (Anzótegui y Garralla, 1985 como *Anemia tomentosa*, Acevedo *et al.*, 1997 y Barreda *et al.*, 1998).

**Afinidad botánica:** Familia Schizaceae, *Anemia* Swartz.

**Distribución geográfica hábito y hábitat del género actual afín:** la distribución del género *Anemia* se encuentra mayoritariamente en América tropical. El 90% de sus 100

especies se encuentran en América y el 10% restante en África; solamente unas pocas especies en el sur de India (De la Sota y Morbelli, 1987). En Argentina habita el sur de Córdoba, San Luis y Buenos Aires. Son hierbas terrestres con tallo decumbente o rastrero (Tryon y Tryon 1989).

Género fósil *Muricingulisporis* Krützschi 1959

**Especie Tipo fósil** *Muricingulisporis murcingulis* Krützschi 1959

*Muricingulisporis verrucosus* Mautino y Anzótegui 1998

Láminas 3 I y 4 A

En Mautino y Anzótegui 1998. *Ameghiniana* 35 (2): 227-233.

**Dimensiones:** (3 ejemplares medidos) diámetro ecuatorial 40-52  $\mu\text{m}$ ; cingulo 5-7  $\mu\text{m}$  de ancho.

**Material estudiado:** CTES-PMP **Quebrada El Estanque** 2910d: 37/88,5; 41,1/89,5; 2912a: 33,3/88,5; 2924a: 38,9/90; 2924c: 39,2/90,1; 41,1/90,1; 44,1/94,6; 39,7/94,6; 3424a: 36,1/90,6; 40,3/90,3; 3426a: 35,8/95,5; 37,8/96,9; 40,6/98,3; 27,2/91,8; 28,2/93,5; 3044a: 42,5/93,4; 40,2/96,5; 3044c: 40,1/97,2; 37,1/88,2; 34,7/89,6; 35,1/90,1; 32,2/99,9; 41,7/96,3; 3051a: 44,4/92,5 (28 ejemplares en total). **Río Totoral** 3067a: 38,3/90,8; 35,1/88,7 (2 ejemplares en total).

**Registros previos:** en Argentina, Neógeno de la región Noroeste (Acevedo *et al.*, 1997 Mautino y Anzótegui, 1998); en el Paleógeno y Neógeno de Patagonia se cita a *M. chenquensis* Barreda 1992 (Barreda, 1992, Náñez *et al.*, 2009, Cornou *et al.*, 2012 entre otros).

**Afinidad botánica:** Petridaceae, *Anogramma chaerophylla* (Desv.) Link.

**Distribución geográfica hábito y hábitat del género actual afín:** el género *Anogramma* se distribuye en la región tropical de América, sur de Europa, este de África, hasta Nueva Zelanda. En América del Sur llega hasta el suroeste de Brasil y el sur de Buenos Aires en Argentina. *A. chaerophylla* se encuentra ampliamente distribuida en América. Es una hierba terrestre o saxícola, con frondes de 15 a 30 cm de largo. (Tryon y Tryon, 1989).

Género fósil *Polypodiaceiosporites* Potonié 1951 ex Potonié 1956

**Especie Tipo fósil** *Polypodiaceiosporites speciosus* (Potonié) Potonié 1956

*Polypodiaceiosporites tumulatus* Partridge 1973

Lámina 4 B

En Mautino y Anzótegui 1998, *Ameghiniana* 35 (2): 227-233.

**Dimensiones:** (3 ejemplares medidos) diámetro ecuatorial 30-40  $\mu\text{m}$ ; cingulo de 3-5  $\mu\text{m}$  de ancho.

**Material estudiado:** CTES-PMP **Quebrada El Estanque** 2910c: 40,9/88,2; 2911a: 38,3/88,1; 2912a: 33,3/88,5; 3424a: 34,8/95,1 (6 ejemplares en total).

**Registros previos:** Argentina, Neógeno (Anzótegui y Garralla, 1985, Acevedo *et al.*, 1997 y Mautino y Anzótegui, 2000).

**Afinidad botánica:** Peteridaceae, *Pteris deflexa* Link.

**Distribución geográfica hábito y hábitat del género actual afín:** la distribución del género *Pteris* es Pantropical, no obstante habitan las regiones templadas de Chile (región mediterránea), Sudáfrica, Korea, Japón, Tasmania y Nueva Zelanda. De un total de 200 especies, 55 habitan en América. *P. deflexa* se encuentra entre las especies tropicales. Son hierbas terrestres. Las especies tropicales crecen en bosques muy húmedos, en el borde de los claros (por desmontes) o en bosques cerrados (en galería) u ocasionalmente en los acantilados (Tryon y Tryon, 1982 y De la Sota, 1977).

Género fósil *Osmundacidites* Couper 1953

**Especie Tipo fósil** *Osmundacidites wellmanii* Couper 1953

*Osmundacidites ciliatus* Sha 1967

Lámina 4 C

En Mautino y Anzótegui 2000, *Ameghiniana* 37 (1): 13-22.

**Dimensiones:** (2 ejemplares medidos) diámetro ecuatorial 40-50  $\mu\text{m}$ ; exina de 1  $\mu\text{m}$  de espesor.

**Material estudiado:** CTES-PMP **Río Totoral** 3067a: 40,5/89,8; 3068: 40,8/88,2; 35/89,6; 33,3/89,7 (4 ejemplares en total).

**Registros previos:** en Argentina, Neógeno (Anzótegui y Garralla, 1985, Mautino y Anzótegui, 2000); África, Neógeno (Sha, 1967).

**Afinidad botánica:** Osmundaceae *Osmunda regalis* L.

**Distribución geográfica hábito y hábitat del género actual afín:** en la Argentina la familia presenta únicamente el género *Osmunda* con dos especies *O. cinnamomea* L. (Córdoba y Misiones) y *O. regalis* L. var. *spectabilis* (Wiild.) A. Gray, distribuidas en las provincias de Salta, Chaco, Misiones, Entre Ríos, Córdoba, Buenos Aires. A nivel mundial el género está ampliamente distribuido con mayor concentración de especies en el este y sureste de Asia. Son hierbas perennes que habitan hasta los 1700 m de altura (Zuloaga *et al.*, 2008).

Género *Azolla* Lamarck 1783

**Especie Tipo** *Azolla filiculoides* Lamarck 1783

*Azolla* sp.

Lámina 4 D

**Descripción:** fragmentos pequeños de másula en los que se visualizan segmentos apicales (ganchos) de gloquídios y estructuras esféricas de color marrón en las que no se diferencia la lesura. Se hallaron también gloquídios aislados en los que no se observan septos.

**Material estudiado:** CTES-PMP Quebrada El Estanque 2914c: 42,3/90; 38,8/89,9; 2914d: 37,2/90,6.

**Comentario:** Las especies actuales de *Azolla* se diferencian según las características morfológicas de los gloquídios (septados o no, número de septos y localización) y de las megasporas (De la Sota, 1976), lo que resulta difícil determinar en los ejemplares fósiles. Por esta razón la mayoría de los registros existentes se denominan como *Azolla* sp.

**Registros previos:** los registros del género *Azolla*, corresponden a restos de másulas con gloquídeos, másulas enteras en las que también pueden verse las microsporas, megasporas o gloquídios sueltos. En Argentina algunos de los registros datan del Cretácico Superior (Papu, 1990), Paleógeno (Barreda, 1997a, Quattrocchio y Del Papa, 2000, Náñez *et al.*, 2009, Cornou *et al.*, 2012, Heredia *et al.*, 2012, Quattrocchio *et al.*, 2012), y Neógeno (Anzótegui y Garralla, 1985, Guler *et al.*, 2001, Palazzesi y Barreda 2004); Colombia, Holoceno, (Hooghiemstra, 1984).

**Afinidad botánica:** Azollaceae Chr., *A. filiculoides* (Quattrocchio *et al.*, 2012).

**Distribución geográfica hábito y hábitat de la especie actual afín:** la familia Azollaceae es monogenérica, el género *Azolla* está dividido en 2 subgéneros (*EuAzolla*

y *Rhizosperma*) y 6 especies de las cuales tres habitan en el noroeste argentino. *A. filiculoides* Lamarck, está ampliamente distribuida en el mundo, ha sido reportada en toda América, Hawái, Australia, Nueva Zelanda, Inglaterra, Alemania y Checoslovaquia. Son hierbas flotadoras en cuerpos de agua dulce naturales o artificiales (De la Sota, 1976, Espinoza y Gutiérrez, 2003).

Género fósil *Biretisporites* (Delcourt y Sprumont) Delcourt, Dettmann y Hughes 1963

**Especie Tipo** fósil *Biretisporites potoniaei* Delcourt y Sprumont 1955.

*Biretisporites crassilabratus* Archangelsky 1972

Lámina 4 E

En Archangelsky 1972. *Revista del Museo de La Plata, Paleontología* 6 (39): 65-100.

**Dimensiones:** (7 ejemplares medidos) diámetro ecuatorial 21-23µm (y dos ejemplares de 50,13 y 57,91 µm), exina 1,5-2 µm de ancho; labios 3 a 5µm de espesor.

**Material estudiado:** CTES-PMP **Quebrada El Estanque** 2911a: 42,3/88,2; 2911d: 42/88,5; 2915c: 41,4/90,9; 2924a: 37,2/88,5, 35,2/90,6, 37,7/80; 3044b: 39,5/93,6; 43,8/95; 3426a: 35,8/89,4; 3426a: 35,8/89,4 (10 ejemplares en total). **Río Totoral:** 3068b: 32,6/89,1; 3069b: 31,3/95,8 (2 ejemplares en total).

**Registros previos:** Argentina, Paleógeno (Barreda, 1997 b y c, Quattrocchio y Del Papa, 2000, Nández *et al.*, 2009, Cornou *et al.*, 2012, Heredia *et al.*, 2012, Quattrocchio *et al.*, 2012).

**Comentario:** en general el género *Biretisporites* es utilizado para describir a esporas psiladas cuyos bordes son convexos y la lesura se halla elevada y se continúa en el ecuador (Barreda, 1989).

**Afinidad botánica:** ?Himenophyllaceae, *Hymenophyllum* Sm. (Graham, 2013).

**Distribución geográfica hábito y hábitat del género actual afín:** el género *Hymenophyllum* posee 39 especies en la Argentina distribuidas en las provincias de Salta, Catamarca, Tucumán, Córdoba, Río Negro, Neuquén, Santa Cruz, Chubut y Tierra del Fuego. Algunas especies son hierbas epífitas perennes y otras terrestres (Zuluoaga *et al.*, 2008).



Género fósil *Leptolepidites* Couper 1953

**Especie tipo fósil** *Leptolepidites verrucatus* Couper 1953

*Leptolepidites major* Couper 1958

Lámina 4 F

Couper 1958. *Palaeontographica* B, 103: 75-179.

**Dimensiones:** (3 ejemplares medidos) diámetro ecuatorial 52-64 µm; verrugas de 5-10 µm de ancho.

**Material estudiado:** CTES-PMP **Quebrada El Estanque** 2911b: 30,9/97,4; 35,5/98,6; 2911c: 38,5/88; 2924a: 41,2/96,2; 3044a: 46,1/93,9; 3044c: 40,9/95,1; 3426a: 42,5/89,5; 34,1/93,2; 39,2/95,3; 3426a: 42,5/89,5; 34,1/93,2; 39,2/95,3 (12 ejemplares en total). **Río Totoral.** 3065: 37,5/92.

**Registros previos:** en Argentina, Jurásico Medio (Martínez, 2002), Jurásico-Cretácico (Volkheimer y Quattrocchio, 1981); Mioceno Medio (Barreda *et al.*, 2006), Mioceno superior (Mautino y Anzótegui, 2000).

**Afinidad Botánica:** amplia afinidad botánica (Archangelsky y Seoane, 1994).

Gymnospermas

Pinophyta

Género fósil *Podocarpidites* Cookson 1947

**Especie fósil tipo** *Podocarpidites ellipticus* Cookson 1947

*Podocarpidites marwickii* Couper 1953

Lámina 4 G

En Archangelsky y Romero 1974. *Ameghiniana*, 11(3): 217-234.

**Dimensiones:** (18 ejemplares medidos) largo total 44,8-81 µm, cuerpo 24-45 µm de largo, 35-56 µm de ancho, sacos 26-44,5 µm de largo, 38,5-56 µm de ancho, distancia entre las bases distales 10,5-18 µm.

**Principal Material estudiado:** CTES-PMP **Quebrada El Estanque** 2910c: 41,5/82,2; 2910d: 37/89,2, 37/89,4; 2911c: 45,3/90,2; 2911d: 39,8/86,6; 41,2/86,8; 40/87,8; 37,7/89. 2912b: 42/94. 2924a: 46,5/90,3; 40,4/90,3; 36,7/90,6. 2924c: 43,6/90,1; 41,5/88,3; 41,7/88,3 (179 ejemplares en total).

**Registros previos:** en Argentina, Cretácico Tardío-Terciario Temprano (Archangelsky y Romero, 1974, Quattrocchio y Volkheimer, 1988, Papu, 1990, Tunik *et al.*, 2004);

Paleógeno (Quattrocchio, 1978, Volkheimer *et al.*, 1984, Quattrocchio *et al.*, 1988, Quattrocchio y Volkheimer, 1990, Barreda, 1997 b y d, Quattrocchio y Del Papa, 2000, Náñez *et al.*, 2009, Heredia *et al.*, 2012.); Neógeno (Anzótegui y Garralla, 1985, Prámparo *et al.*, 1996, Acevedo *et al.*, 1998, Barreda *et al.*, 1998, 2003 y 2006, Ottone *et al.*, 1998 y 2012, Mautino y Anzótegui, 2002a, Quattrocchio *et al.*, 2003, entre otros); Brazil, Oligoceno Temprano, (Dos Santos *et al.*, 2010).

**Afinidad botánica:** Podocarpaceae, *Podocarpus* sp.

**Distribución geográfica hábito y hábitat de la familia actual afín:** la familia contiene 6 o 7 géneros con alrededor de 100 especies de los bosques montanos en países tropicales y subtropicales del hemisferio austral. En la Argentina está representada por 4 géneros y 8 especies distribuidas en faldeos andinos de la Patagonia (Río Negro, Neuquén y Chubut) y en las provincias del noroeste (Jujuy, Salta, Catamarca y Tucumán) y noreste (Misiones). El género *Podocarpus* presenta en nuestro país unas 6-7 especies, la mayoría en los bosques andino-patagónicos. En el noroeste de nuestro país habitan desde los 1000 a 3000 m de altura. Son árboles y arbustos de los bosques montanos subtropicales, requieren para su desarrollo humedad elevada y temperatura templada a fría (Quattrocchio, 1978, Novara, 1993, y Zuloaga *et al.*, 2008).

Gnetophyta

Género fósil *Equisetosporites* Daugherty emend. Pocock 1964

**Especie tipo fósil** *Equisetosporites chinleana* (Daugherty) Pocock 1964

***Equisetosporites* sp.**

Lámina 4 H

**Descripción.** Grano fusiforme de extremos aguzados, carenas en número de 5 y 6 llegan independientes a los extremos y se encuentran separadas por espacios o valéculas.

**Dimensiones:** (10 ejemplares medidos) diámetro ecuatorial 13-21  $\mu\text{m}$ ; diámetro polar 23-45  $\mu\text{m}$ ; carenas de 2,1  $\mu\text{m}$  de ancho, valéculas de 0,7  $\mu\text{m}$ .

**Material estudiado:** CTES-PMP **Río Calchaquí** 2875a: 34,2/107; 2876a: 44,2/99,2, 34,6/102,2, 46,5/103,5, 36,2/103,7, 38,5/99,5; 2876b:41,4/102,2, 37,3/103,8; 2878a: 33,2/106; 2879b: 39,3/101,2 (10 ejemplares en total). **La Cascadita**, 3074: 44,8/87,7, 42,6/87,2, 38,4/103,3, 35,8/92,6 (4 ejemplares en total).

**Registro previo:** en Argentina, Cretácico Tardío (Papu, 1990); Cretácico Tardío-Terciario Temprano (Quattrocchio *et al.*, 1988, Quattrocchio y Volkheimer, 1988,

Quattrocchio y Del Papa, 2000); Oligoceno/Mioceno (Prámparo *et al.*, 1996, Barreda, 1997 a y b, Ottone *et al.*, 1998, Quattrocchio *et al.*, 2003 y 2012, Heredia *et al.*, 2012), Mioceno Temprano (Barreda *et al.*, 2003, Quattrocchio *et al.*, 2003), Mioceno Medio (Mautino y Anzótegui, 2002a, Barreda *et al.*, 2006, Ottone *et al.*, 2012) Mioceno Tardío (Anzótegui y Garralla, 1986, Acevedo 1998, Mautino y Anzótegui, 2002b, entre otros).

Estas citas corresponden a diferentes especies de *Equisetosporites*, mientras que en Quattrocchio *et al.* (1988), Quattrocchio y Volkheimer (1988), Quattrocchio y Del Papa (2000) se cita a *Ephedripites* cf. *E. sp.1* Frederiksen *et al.* 1983, en Prámparo *et al.* (1996) como *Ephedripites multipartitus* (Chlonova) Gao y Zhao 1976 y en Nández *et al.* 2009 como *Ephedripites* sp. Ambos géneros fósiles son afines al género actual *Ephedra*.

**Afinidad botánica:** Ephedraceae, *Ephedra* L.

**Distribución geográfica hábito y hábitat del género actual afín:** la familia Ephedraceae es monotípica de amplia distribución geográfica en regiones áridas en latitudes templadas cálidas, en zonas desérticas o montañosas de Eurasia y América del Norte y del Sur. En Argentina el género *Ephedra* está representado por 12 especies que se distribuyen en las provincias de Jujuy, Salta, Catamarca, Tucumán, La Rioja, Mendoza, San Juan, San Luis, Córdoba, Buenos Aires, Entre Ríos, Corrientes y Patagonia austral. Son subarborescentes, arbustos o hasta pequeños arbolitos erectos trepadores o rastreros rizomatosos (Hunziker y Novara, 1998 y Zuloaga *et al.*, 2008).

División Magnoliophyta

Monosulcado

Género fósil *Arecipites* Wodehouse emend. Nichols *et al.* 1973

**Especie fósil tipo.** *Arecipites punctatus* Wodehouse ex Potonié 1958

***Arecipites* sp.**

Lámina 4 I

**Descripción:** grano de polen elíptico, monosulcado, psilado a finamente punteado.

**Dimensiones:** (6 ejemplares medidos) diámetro polar 32-37 µm; diámetro ecuatorial de 16-21 µm; exina de 0,7-1,4 µm de espesor.

**Material estudiado:** CTES PMP Río Calchaquí 2872b: 34,3/103; 2875a:44,6/102,3; 2875b: 35,2/98,1, 34,2/ 107; 2879b: 39,3/101,2, 37,4/107,5, 42/99 (7 ejemplares en total).

**Comentario:** entre las diferentes especies existentes los ejemplares hallados se parecen más a *Arecipites asymmetricus*, ilustrado por Mautino y Anzótegui (2002a).

**Afinidad botánica:** Arecaceae.

**Distribución geográfica hábito y hábitat de la familia actual afín:** la familia Arecaceae posee 200 géneros y 1500 especies distribuidas en todo el mundo, 11 habitan en la Argentina. Las “palmeras” son árboles que forman parte de diversos tipos de vegetación tropical y subtropical. Presentan su mayor diversidad en América, en la franja de los bosques lluviosos de Brasil, Colombia, Perú, Ecuador y en el sudeste asiático, Oceanía e Indonesia (Cabral y Castro, 2007).

Tricolporados

Género fósil *Psilatricolporites* Van der Hammen 1956 ex Van der Hammen and Wijmstra 1964

***Psilatricolporites* sp.**

Lámina 5 A

**Descripción:** granos de polen pequeños subesféricos a prolatos, tricolporados de 21-26 µm de diámetro polar y 16-24 µm de diámetro ecuatorial, poros alargados de 2,8 µm de alto por 4,2 µm de ancho; colpos largos que llegan a los polos con engrosamientos leves, exina de 1,4 µm de espesor, psilada (12 ejemplares medidos).

**Material estudiado:** CTES PMP Río Calchaquí 2872a: 41,6/96,8; 43,1/102,9; 2872b: 44,2/101,5; 2874a: 39,4/99,1; 40,1/102; 2875a: 35,5/100,8; 35,9/103,5; 41,8/103,7; 2875b: 37,8/102,8; 40,8/103,8; 42/103,5; 2878a: 33,7/106; 2879b: 40,8/102; 2881: 34,6/102,8 (14 ejemplares en total).

**Comentario:** estos ejemplares comparten sus características morfológicas con *Psilatricolporites* sp. en Prámparo *et al.* (1996, Mioceno) y con los ejemplares descritos por Archangelsky (1973, Paleoceno) también como *Psilatricolporites* sp. aunque estos difieren entre sí por la longitud de los colpos.

**Afinidad botánica:** Solanaceae, *Lycium cestroides* Schltdl. (Mautino, 2010).

**Distribución geográfica hábito y hábitat de la especie actual afín:** el género *Lycium* es cosmopolita y presenta unas 75 a 80 especies en regiones extratropicales. *Lycium cestroides* habita desde el Sur de Bolivia hasta el Uruguay, en la Argentina se lo encuentra especialmente en la Provincia Fitogeográfica Chaqueña. Son arbustos, a veces pequeños arbolitos con frecuencia halófitos (Novara *et al.*, 2010).

Género fósil *Tubulifloridites* Cookson ex Potonié 1960

**Especie fósil tipo** *Tubulifloridites antipodica* Cookson 1947

*Tubulifloridites antipodica* Cookson 1947

Figura 5 B

En Barreda, 1989. *Tesis Doctoral*.

**Dimensiones:** (32 ejemplares medidos) diámetro ecuatorial (sin incluir las espinas) 16 - 22 µm, espinas 2,1-3,5 µm de altura, base 2,1-2,8 µm de ancho.

**Material estudiado:** CTES PMP **Río Calchaquí** 2872a: 46/102; 39,6/97,4; 2872b: 36,9/103,4; 2874a: 37,7/102; 37,7/104,8; 2875a: 38,5/98,9; 38,7/102,6; 43,7/102,7; 39,1/104,7; 2875b: 35/104,7; 40,5/101,1; 2876a: 37,5/97,8; 42/98,2; 39,3/100,9; 44,6/101; 45,5/101,1; 2876b: 38,4/103,2; 2880: 37,7/103,6 (41 ejemplares en total). **Río Totoral** 3067a: 36,9/90,8; 3068c: 35,4/91,3; 3069b: 27,7/87,1; 27,6/89; 39,1/97,9 (5 ejemplares en total).

**Registros previos:** en Argentina, Eoceno/Oligoceno (Quattrocchio, 2012), Mioceno (Guerstein, 1990, Barreda *et al.*, 1998), Mioceno Temprano (Barreda *et al.*, 2003), Mioceno medio (Ottone *et al.*, 1998, Barreda *et al.*, 2006), Mioceno Tardío (Mautino y Anzótegui, 2002, Palazzesi y Barreda, 2004),

**Afinidad botánica:** Asteraceae.

**Distribución geográfica hábito y hábitat de la familia actual afín:** la familia Asteraceae comprende más de 27.000 géneros y aproximadamente unas 30.000 especies distribuidas en todos los continentes exceptuando la Antártida. Incluyen desde hierbas hasta árboles de más de 30 m de altura (Katinas *et al.*, 2007). En general, todas las tribus de la familia están representadas en la mayoría las provincias fitogeográficas de la Argentina, entre estas se destacan las provincias Altoandina y Patagónica porque presentan un importante número de taxones nativos (Katinas *et al.*, 2007). Existen asteráceas en la mayoría de los biomas, que se adaptan (a nivel morfológico y anatómico) a diferentes suelos, climas y relieves. Existen especies típicas de suelos salinos, de suelos húmedos a inundables, de suelos rocosos, algunas son dunícolas, otras habitan las selvas, las vegas altoandinas o las orillas de ríos (Katinas *et al.*, 2007).

Género fósil *Rhoipites* Wodehouse 1933

**Especie tipo fósil** *Rhoipites bradleyi* Wodehouse 1933

*Rhoipites baculatus* Archangelsky 1973

Lámina 5 C

En Archangelsky 1973. *Ameghiniana* 10: 339-399.

**Dimensiones:** (12 ejemplares medidos) diámetro polar 20,3-22,4  $\mu\text{m}$ , diámetro ecuatorial 12,6-23  $\mu\text{m}$ , poros de 3,5-4,2  $\mu\text{m}$  de ancho.

**Material estudiado:** CTES-PMP **Río Calchaquí** 2872a: 45,2/102; 2872b: 34/106,8; 33,7/103,2; 2875a: 39,3/98,2; 44/102; 44,5/102,5; 44/104,5; 2875b: 39,1/101,3; 34,4/104,2; 36,3/105,3; 2876b: 44,6/102; 40,2/106 (12 ejemplares en total).

**Registros previos:** en Argentina, Paleógeno (Archangelsky, 1973, Barreda, 1997, Quattrocchio y del Papa, 2000, Nández *et al.*, 2009, Quattrocchio *et al.*, 2012), Neógeno (Anzótegui y Garralla, 1985, Baldoni, 1987, Guerstein, 1990, Prámapro *et al.*, 1996, Acevedo *et al.*, 1998, Barreda *et al.*, 1998, Ottone *et al.*, 1998, Mautino y Anzótegui, 2000a).

**Afinidad botánica:** Rutaceae.

**Distribución geográfica hábito y hábitat de la familia actual afín:** la familia comprende cerca de 120 géneros con 1300 a 1400 especies, de regiones tropicales de todo el mundo. En Argentina está representada por 6 géneros con alrededor de 16 especies. Son árboles, arbustos con espinas, raro hierbas o lianas (Juárez, 1994).

Género fósil *Striatricolporites* (van der Hammen 1956) Leidelmeyer 1966

**Especie tipo fósil** *Striatricolporites pimulis* Leidelmeyer

*Striatricolporites gamerroi* Archangelsky 1973

Lámina 5 D

En Archangelsky 1973. *Ameghiniana* 10: 339-399.

**Dimensiones:** (5 ejemplares medidos) diámetro polar 21-30  $\mu\text{m}$ ; diámetro ecuatorial 16,8-21,7  $\mu\text{m}$ , poros 3,5-7  $\mu\text{m}$  de ancho por 1,4-2,8 de alto.

**Material estudiado:** CTES-PMP **Río Calchaquí** 2872a: 41,6/96,8; 39/98,2; 2872b: 33,6/106,6; 2875a: 38,3/102; 44,3/104,8; 41,3/108; 2875b: 33,3/101,1; 2876a: 44,5/99,6 (8 ejemplares en total).

**Registros previos:** en Argentina, Cretácico (Vallati, 2010), Paleoceno (Archangelsky, 1973), Oligoceno /Mioceno (Barreda, 1997 a y b, Ottone *et al.*, 1998, Nández *et al.*, 2009, Heredia, 2012), Neógeno (Anzótegui y Garralla, 1985, Baldoni, 1987, Acevedo *et al.*, 1998, Barreda *et al.*, 1998, Guler *et al.*, 2001, Mautino y Anzótegui, 2002a, Quattrocchio *et al.*, 2003, Palazzesi y Barreda, 2004).

**Afinidad botánica:** Anacardiaceae. *Lithraea* Miers

**Distribución geográfica hábito y hábitat de la familia actual afín:** la familia presenta algo más de 70 géneros y 600 especies distribuidas en regiones tropicales y subtropicales de todo el mundo, con pocas especies en zonas templadas. Solo 10 géneros y tres especies habitan en la Argentina. Las especies del género *Lithraea* son árboles y arbustos, raras veces lianas inermes o armados (Juárez y Novara, 2007).

Género fósil *Margocolporites* Ramanujan *ex* Srivastava *emend.* Pocknall y Mildenhall 1984

**Especie tipo fósil** *Margocolporites tsukadai* Ramanujan *ex* Srivastava 1969

*Margocolporites vanwijhei* Gemerad, Hopping y Muller 1968

Lámina 5 E

En Germeraad *et al.*, 1968. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 6: 189-348.

**Dimensiones:** (4 ejemplares medidos) diámetro ecuatorial 38-42,5 µm, ora 2,5-3 µm de diámetro, engrosamiento de los colpos 2 µm de ancho, exina 2,5 µm de espesor, lúmenes 1-1,5 µm decreciendo hacia los polos.

**Material estudiado:** CTES-PMP **Quebrada El Estanque** 3424 a: 38,2/88,8; 35,6/90,9; 34,2/96,7; 40,8/90,7; 36,5/90,6; 35,4/89,3; 37,2/88,7; 36,1/90,6; 40,9/89,5 (9 ejemplares en total). **Río Totoral** 3069b: 37,6/97,1; 40,8/98,1; 28,5/99; 36,1/89,6; 31,1/89,5; 40,8/95,4 (6 ejemplares en total).

**Registros previos:** en Argentina, Oligoceno/Mioceno (Barreda, 1989, 1997), Mioceno (Ottone *et al.*, 1998), Mioceno Medio/Mioceno Tardío (Barreda *et al.*, 1998, Mautino, 2010); en el Caribe, Eoceno/Plioceno (Germeraad *et al.*, 1968); en Nueva Zelanda, Oligoceno (Pocknall, 1982).

**Afinidad botánica:** Fabaceae (Caesapinioideae), *Caesalpinia paraguariensis*.

**Distribución geográfica hábito y hábitat del género actual afín:** *Caesalpinia paraguariensis* (“guayacán”) se encuentra ampliamente distribuido en Bolivia, Paraguay, este de Brasil y norte argentino hasta La Rioja, norte de Córdoba y Santa Fe.

Es una especie típica de la provincia Fitogeográfica Chaqueña (Distritos Oriental y Occidental), pero puede llegar a las formaciones del Monte y selvas de Yungas. Son árboles inermes de 8 a 15 m de alturas. Frecuente en ambientes secos (Cabrera, 1976, Juárez y Novara, 2005).

Porados

Género fósil *Graminidites* (Cookson) Potonié 1960

**Especie Tipo fósil** *Graminidites media* (Cookson) Potonié 1960

***Graminidites* sp.**

Lámina 5 F

**Descripción:** grano monoporado, de contorno circular a subcircular, exina de 0,5-1 µm de espesor, poro circular de 1,4-3 µm de diámetro (8 ejemplares medidos).

**Material estudiado:** CTES-PMP **Quebrada El Estanque** 3424a: 41/90,7; 3426a: 42,2/93,6 (2 ejemplares en total). **Río Totoral** 3068b: 42,7/90,2; 40,7/89; 42/93,2; 29,1/86,7; 28,9/88,4; 38,3/91,2; 3069: 29,5/92; 27,7/87,1 (8 ejemplares en total).

**Registros previos:** en Argentina, Oligoceno/Mioceno (Volkheimer *et al.*, 1984, Barreda, 1997 a y b, Guler *et al.*, 2001, Nández *et al.*, 2009, Heredia *et al.*, 2012, Quattrocchio *et al.*, 2012), Mioceno (Barreda *et al.*, 1998, Ottone *et al.*, 1998), Mioceno Medio (Barreda *et al.*, 2003), Mioceno Tardío (Acevedo *et al.*, 1998, Mautino y Anzótegui, 2002a).

**Distribución geográfica hábito y hábitat de la familia actual afín:** en la Argentina se halla representada por 203 géneros y 1528 especies distribuidas desde Jujuy hasta Tierra del Fuego. La mayoría son hierbas perennes pero también existen especies anuales (Zuluoaga *et al.*, 2008b).

Género *Triorites* Cookson ex Couper 1953

**Especie tipo** *Triorites magnificus* Cookson 1953

***Triorites orbiculatus* McIntyre 1965**

Lámina 5 G

En Mautino y Anzótegui 2002a. *Ameghiniana*, 39: 257-270.

**Dimensiones:** (14 ejemplares medidos) diámetro ecuatorial 22,4-25,2 µm; diámetro del poro 2,8-3,5; exina 1,7µm.



**Material estudiado:** CTES-PMP **Río Calchaquí** 2872a: 41,6/96,8; 40,7/96,7; 41,9/99,5; 41,3/99,7; 2872b: 38,1/99,9; 2874b: 36,9/98,2; 2875a: 35,9/105,8; 40,7/106,7; 2875b: 35,5/98,2; 2876b: 43,6/106,7; 37/99,6; 43,2/101,7; 45,2/102,9; 44,2/103,6; 2979b: 45,6/106 (15 ejemplares en total).

**Registros previos:** en Argentina, Mioceno Tardío/Plioceno (Anzótegui y Garralla, 1985, Mautino y Anzótegui, 2002a).

**Afinidad botánica:** Celtidaceae, *Celtis* L.

**Distribución geográfica hábito y hábitat del género actual afín:** existen unas 70 especies en todo el mundo que habitan en regiones cálidas, en Argentina se reconocen 5 especies que habitan en los bosques y sabanas de las provincias fitogeográficas Chaqueña (Distrito Chaqueño Oriental y Occidental) y del espinal. Son árboles o arbustos por lo general con espinas (Novara, 2009).

Género fósil *Corsinipollenites* Nakoman 1965

**Especie tipo fósil** *Corsinipollenites oculusnoctis* (Thiergart) Nakoman 1965

*Corsinipollenites exinitenuis* Anzótegui y Cuadrado 1996

Lámina 5 H

En Anzótegui y Cuadrado 1996. *Revista Española de Micropaleontología*, 28: 77-92.

**Dimensiones:** (5 ejemplares medidos) ámbito 37,65-77,43  $\mu\text{m}$ ; diámetro de los poros incluido el engrosamiento 12,63-17,45  $\mu\text{m}$ ; poros 5,34-6,40  $\mu\text{m}$ ; engrosamiento 3,20-4,20  $\mu\text{m}$  de espesor; exina 0,5-1  $\mu\text{m}$ .

**Principal material estudiado:** CTES-PMP **Quebrada El Estanque** 2911b: 33/97,1. 2914c: 37,3/90,2; 37,1/90; 35,6/90. 2914d: 37,2/87,4; 37,3/87,6. 3044b: 37,7/91,2; 43,5/90,2. 3044c: 40,7/96,5; 34,6/91,6 (18 ejemplares en total).

**Registro previo:** en Argentina, Neógeno (Anzótegui y Cuadrado, 1996, Guler *et al.*, 2001).

**Afinidad botánica:** Onagraceae Juss.

**Distribución geográfica hábito y hábitat de la familia actual afín:** posee 20 géneros y alrededor de 600 especies distribuidas principalmente en las regiones subtropicales y templadas del continente americano. En la Argentina presenta 7 géneros y 95 especies. Son hierbas, subarbustos o arbustos terrestres o palustres (Romero y Sánchez, 2008, Zuloaga *et al.*, 2008b).

Periporados

Género fósil *Alnipollenites* Potonié 1931

**Especie tipo fósil** *Alnipollenites verus* (Potonié) Potonié 1934

*Alnipollenites verus* Potonié *ex* Potonié 1931

Lámina 5 I

En Mautino y Anzótegui 2002a. *Ameghiniana*, 39: 257-270.

**Dimensiones:** (24 ejemplares medidos) diámetro ecuatorial 21-25 µm; diámetro del poro 2 µm; anillo ; vestíbulo 2,1 µm de alto; exina 1,4 µm.

**Principal material estudiado:** CTES-PMP **Río Calchaquí** 2876a: 42,5/103,4; 46,5/103,7; 44,6/106,2; 2876b: 44,5/101,2; 43,4/100,7; 38,7/99,6; 41,2/100,6; 40,5/102,4; 37,2/102,3; 2878b: 35/102,7; 2879b: 40,9/107,6; 2881: 43,1/105,3 (30 ejemplares en total).

**Registros previos:** en Argentina, Neógeno (Mautino y Anzótegui, 2002a); Brazil, Paleógeno (Yamamoto, 1995); Venezuela, Neógeno (Lorente, 1986); Estados Unidos (USA), Cuaternario (Frederiksen, 1980).

**Afinidad botánica:** Betulaceae, *Alnus* Mill.

**Distribución geográfica hábito y hábitat del género actual afín:** *Alnus* presenta entre 20 y 30 distribuidas en las regiones templadas y templado-cálidas de los dos hemisferios. En el continente americano, ocupa laderas y quebradas en los contrafuertes andinos desde la Argentina hasta México. En nuestro país presenta 1 especie y 3 variedades distribuidas en el Noroeste argentino (Zuluoga *et al.*, 2008a). Son árboles que integran los bosques montanos de las Yungas. Se ha comprobado que poseen la capacidad de mejorar la calidad de los suelos y pastizales debido a la fijación de nitrógeno atmosférico a través de las nodulaciones simbióticas de sus raíces (Cabrera, 1976, Núñez, 1991).

Género fósil *Echiperiporites* (Hammen y Wymstra, 1964) Anzótegui y Cuadrado 1996

**Especie fósil** *Echiperiporites akanthos* van der Hammen y Wymstra, 1964

*Echiperiporites parviechinatus* Anzótegui y Cuadrado 1996

Lámina 6 A

En Anzótegui y Cuadrado 1996. *Revista Española de Micropaleontología*, 28: 77-92.

**Dimensiones:** (4 ejemplares medidos) diámetro total 36,5-41  $\mu\text{m}$ , espinas 1,5-2,5  $\mu\text{m}$ , exina 1,5  $\mu\text{m}$  de espesor.

**Material estudiado:** CTES-PMP **Quebrada El Estanque** 3042a: 46,8/82,5 (2 ejemplares en total) **Río Totoral** 3068b: 33,9/87,5; 33,4/87,8; 26,3/92,8; 3068c: 41,3/87,9; 14/88,6; 39,2/95,2; 3069b: 31,4/87,2; 33,8/89,9; 36,8/92; 32,1/92; 29,1/96,8; 33,5/98,4 (12 ejemplares en total).

**Registros previos:** en Argentina, Neógeno (Anzótegui y Cuadrado, 1996 y Mautino y Anzótegui, 2002a).

**Afinidad botánica:** Malvaceae.

**Distribución geográfica hábito y hábitat del género actual afín:** la familia Malvaceae cuenta con 90 géneros y unas 1500 especies de las regiones tropicales y subtropicales de todo el mundo. En la Argentina está representada por 45 géneros y 385 especies. Son hierbas perennes o arbustos, raro árboles (Krapovickas y Tolaba, 2008 y Zuloaga *et al.*, 2008b).

Género. *Chenopodipollis* Krütsch 1966

**Especie tipo.** *Chenopodipollis multiplex* (Weyland and Pflug) Kruttsch 1966

*Chenopodipollis chenopodiaceioides* (Martin) Truswell 1985

Lámina 6 B

En Truswell *et al.*, 1985. *Bureau of Mineral Resources, Journal of Australian Geology and Geophysics* 9: 267-295.

**Dimensiones:** (43 ejemplares medidos) diámetro total 15-30  $\mu\text{m}$ ; número de oras 42 a 55; exina 1,4-2,1  $\mu\text{m}$  de espesor.

**Principal material estudiado:** CTES-PMP **Río Calchaquí** 2876a: 36,1/98,1; 37,5/97,8; 42,6/98,8; 45,3/101,8; 34,9/99,1; 44/100,5; 39/100,5; 36,9/106,3; 34,6/100,7; 2878a: 38,9/99; 43,3/101,3; 41,1/102; 2879b: 46,7/105,6; 43,6/105,5; 2881: 45,3/101,8; 44,2/102; 43,9/102,91; 44/102,8; 35,103,6 (70 ejemplares en total). **Río Totoral:** 3069b: 36,1/87,8; 31,8/90,5; 38/90,3; 41,5/88,4; 29,7/86,6 (15 ejemplares en total).

**Registros previos:** en Argentina, Oligoceno/Mioceno (Guerstein, 1990, Guler *et al.*, 2001, Náñez *et al.*, 2009, Quattrocchio *et al.*, 2012), Mioceno (Prámparo *et al.*, 1996, Barreda, 1997b, Ottone *et al.*, 1998), Mioceno Medio (Mautino y Anzótegui 2002a, Barreda *et al.*, 2003 y 2006, Ottone *et al.*, 2012), Mioceno Tardío (Anzótegui y Garralla 1986, Barreda *et al.*, 1998, Palazzesi y Barreda, 2004).

**Afinidad botánica:** Chenopodiaceae.

**Distribución geográfica hábito y hábitat de la familia actual afín:** cosmopolita (exceptuando los polos) en la Argentina está representada por 14 géneros y 121 especies distribuidas en las provincias de Salta, Catamarca, Tucumán, La Rioja, Mendoza, San Luis, San Juan, Santiago del Estero, Chaco, Córdoba, Santa Fe, Buenos Aires, La Pampa y Chubut (Zuloaga *et al.*, 1999). Son arbustos, hierbas anuales y perennes, raro pequeños árboles o plantas rizomatosas o rastreras radicales, particularmente abundantes en sitios xerófitos o salobres (Tolaba, 2006).

Género fósil *Periporopollenites* Thomson y Pflug 1953

**Especie tipo fósil** *Periporopollenites stigmosus* Thomson y Pflug 1953

*Periporopollenites vivianae* Mautino 2011

Lámina 6 C

En Mautino 2011. *Revista Brasileira de Paleontología*, 14 (3): 279-290.

**Dimensiones:** (1 ejemplar medido) diámetro 78 µm, números de poros 14, diámetro de los poros 8,4-11,9 µm, exina 4 µm de espesor.

**Material estudiado:** CTES-PMP Quebrada El Estanque 2912b: 39,1/92; 39,6/92 (2 ejemplares en total).

**Registros previos:** en Argentina, Mioceno Medio/Mioceno Tardío (Mautino, 2011).

**Afinidad botánica:** Cactaceae (Opuntioideae), *Opuntia* spp.

**Distribución geográfica hábito y hábitat del género actual afín:** el género *Opuntia* Mill es el de mayor dispersión geográfica de la familia, se distribuye desde el Sur de Canadá hasta el Norte de la Patagonia, con excepción de las costas de Perú y Chile. En la Argentina se encuentran unas 20 especies que integran las provincias Fitogeográficas Chaqueña, del Espinal, Prepuneña y del Monte. Son hierbas, arbustos o subarbustos suculentos, rastreros o apoyantes que viven por lo general en ambientes áridos y semiáridos en bordes o claros de bosques xerófilos (Cabrera, 1976, Kiesling *et al.*, 2011).

Políade

Género fósil *Polyadopollenites* Pflug y Thomson 1953

**Especie Tipo fósil** *Polyadopollenites partitus* Pflug

***Polyadopollenites* sp.**

Lámina 6 D

**Descripción:** políade ovoide, integradas por 12-16 granos, la exina en la cara distal presenta verrugas. Diámetro máximo 27,3 µm, diámetro mínimo 23,1, cara distal de los granos 9,1-9,8 µm por 11,2 µm, exina 1,4 µm de espesor (2 ejemplares medidos).

**Material estudiado:** CTES-PMP **Río Calchaquí** 2875a: 35,5/102; 2876a: 41,4/102 (2 ejemplares en total).

**Registros previos:** en Argentina, Mioceno Temprano (Barreda y Caccavari, 1992), Mioceno tardío (Anzótegui y Garralla, 1985), Plioceno Tardío (Caccavari y Anzótegui, 1987).

**Afinidad botánica:** Fabaceae (Mimosoideae), *Anadenanthera* Speg.

**Distribución geográfica hábito y hábitat del género actual afín:** el género *Anadenanthera* es originario de las regiones cálidas de América del Sur y de Antillas. En Argentina se distribuye en las regiones noroeste (Jujuy, Salta, Catamarca, Tucumán, Santiago del Estero), noreste (Misiones, Formosa, Chaco, Corrientes, Entre Ríos) y centro (Córdoba) del país. Son árboles o arbustos inermes, habita en sabanas y bosques en galería penetrando en áreas montanas hasta los 2100 m. *Anadenanthera colubrina* (Vell) Brenan ha merecido varias consideraciones paleobiogeográficas por su distribución geográfica y fitogeográfica. Es nativa de Brasil, Paraguay, Perú, Bolivia y Argentina. En nuestro país presenta dos áreas de distribución separadas por el Parque Chaqueño, una en los bosques de Misiones, Corrientes, este de Chaco y Formosa, y otra en los faldeos serranos yungueños de Salta, Jujuy, Tucumán y Catamarca. Es uno de los componentes vegetales de los bosques estacionales de América del sur que han sido interpretados como relictos de la vegetación boscosa que antes del último máximo glacial poseía una amplia distribución y que luego con el cambio extremo de las condiciones climáticas que tuvieron lugar durante el Pleistoceno, permanecieron en ciertos lugares aislados considerados “refugios”. Esta podría ser la causa de su distribución actual. (Prado y Gibss, 1993 y Zuloaga *et al.*, 2008a).

## **IV.2. Análisis de los resultados: espectro palinológico, frecuencias relativas, análisis palinofacial y paleocomunidades**

### **4.2.1 Aloformación Playa del Zorro**

#### **4.2.1.1. Localidad La Cascadita**

Para esta localidad además del estudio palinológico, se realizó (como se menciona en el Capítulo III) el análisis de la materia orgánica palinológica total. A pesar de que este análisis no se encuentra dentro de los objetivos específicos de la tesis, se considera importante la incursión en esta disciplina dado que se hallaron escasos palinomorfos afines a Tracheophyta (Monilophyta, Gimnospermas y Magnoliophyta). El estudio de la materia orgánica, basado en la identificación de los distintos tipos de constituyentes permite conocer su origen, inferir condiciones próximo-distales al área de aporte, distancias y/o tiempos de transporte, etc. Esto es relevante para evaluar el paleoambiente de depositación de la localidad en estudio.

#### **1) Espectro palinológico y frecuencias relativas**

En esta localidad se hallaron 8 especies de las cuales el 30,6% corresponde a esporas de hongos, el 67,2% a colonias de algas Chlorophyta y cigósporas de Zygnemataceae y solamente el 2,2% a granos de polen (Gnetophyta y Magnoliophyta).

#### **Lista de especies**

*Glomus* sp. (Lámina 1 A)

*Lycoperdon* sp. (Lámina 1 B)

*Botryococcus braunii* Kützing 1849 (Lámina 1 E)

*Ovoidites sprigii* (Cookson y Dettmann) Zippi 1998 (Lámina 3 E)

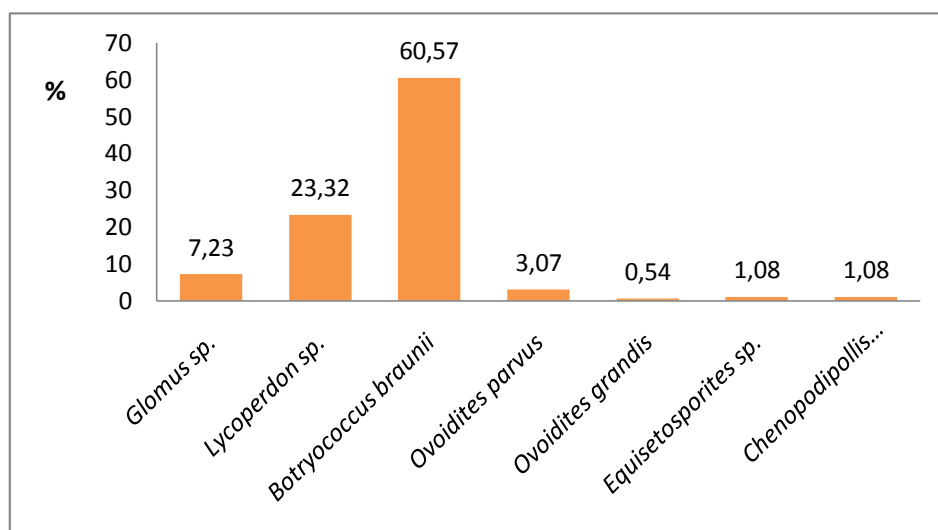
*Ovoidites parvus* (Cookson y Dettman) Nakoman 1966

*Ovoidites grandis* Zippi 1998

*Equisetosporites* sp.

*Chenopodipollis chenopodiaceioides* (Martin) Truswell 1985

Las frecuencias relativas de cada especie están representadas en el siguiente gráfico:



**Figura 10.** Gráfico de las frecuencias relativas de las distintas especies de la localidad La Cascadita.

## 2) Paleocomunidades

a) Paleocomunidad acuática: integrada por *Botryococcus braunii* (Botryococcaceae), *Ovoidites sprigii*, *Ovoidites parvus* y *Ovoidites grandis* (Zignemataceae).

b) Paleocomunidad terrestre: representada por elementos del suelo, *Glomus* sp. (Glomaceae) y *Lycoperdon* sp. (Lycoperdaceae) y por integrantes de vegetación xerófila, *Equisetosporites* sp. (Ephedraceae) y *Chenopodipollis chenopodiaceioides* (Chenopodiaceae).

## 3) Análisis complementario de la materia orgánica palinológica total

Siguiendo a Tyson (1995) se logró identificar cuatro tipos de materia orgánica los cuales se presentan en la Tabla 5. Las frecuencias relativas generales que cada uno de estos tipos de materia orgánica presenta en los 11 niveles estudiados se exponen en la Tabla 6.

<b>FITOCLASTOS</b>	<p><b>Fitoclastos translúcidos</b></p> <p><u>Bioestructuados</u> (hifas de hongos, traqueidas, cutículas, tejidos).</p> <p><u>No bioestructuados</u>: degradados y semiopacos (traslúcidos en los bordes).</p> <p><b>Fitoclastos opacos</b></p> <p><u>Equidimensionales</u>: redondeados-subredondeados y angulares.</p> <p><u>En tablilla</u>: bioestructurados y no bioestructurados.</p>
<b>MATERIA ORGÁNICA AMORFA</b>	Granular, granular-esponjosa, esponjosa, membranosa, fibrosa y otros
<b>PALINOMORFOS</b>	<p><u>Esporomorfos</u>: esporas de hongos de <i>Glomus</i> sp. y <i>Lyoperdon</i> sp. y otras no determinadas y granos de polen de Magnoliophyta.</p> <p><u>Fitoplancton</u>: colonias de <i>Botryococcus braunii</i> y cigósporas de Zygnemataceae.</p>
<b>ZOOCLASTOS</b>	Restos de invertebrados.

**Tabla 5.** Clasificación de la materia orgánica identificada en la localidad La Cascadita.

Niveles Nº	Litofacies asociada	Fitoclastos %	Amorfo %	Palinomorfos %	Zooclastos %	Total partículas
13	Pelita	87,8%	8,6%	3,6%	0	500
12	Pelita	83,2%	15,8%	1%	0	500
11	Pelita	79%	16,8%	4%	0,2%	500
<b>9</b>	<b>Arena limosa</b>	<b>28,2%</b>	<b>16%</b>	<b>55,8%</b>	<b>0</b>	<b>500</b>
<b>8</b>	<b>Arena limosa</b>	<b>44,4%</b>	<b>32,6%</b>	<b>22,8%</b>	<b>0,2%</b>	<b>500</b>
7	Pelita	97,7%	1,7%	0,6%	0	300
6	Pelita	93%	5,8%	1,2%	0	500
5	Pelita	94,6%	4,6%	0,6%	0,2%	500
3	Pelita	94%	5,4%	2,2%	0,4%	500
2	Pelita	97%	2,4%	0,6%	0	500
1	Toba	17%	3,6%	0,2%	79,2%	500

**Tabla 6:** Porcentajes generales de los tipos de materia orgánica identificados en cada nivel sedimentario analizado. Palinofacies I: niveles 1-7 y 11-13. Palinofacies II: niveles 8 y 9.



Teniendo en cuenta las frecuencias generales y las frecuencias relativas de las partículas que representan los tipos de materia orgánica mencionados, es posible agrupar los niveles sedimentarios en dos palinofacies:

**a) Palinofacies tipo I (niveles 1-7 y 11-13):** se caracterizan por la alta frecuencia relativa de fitoclastos (79% a 97,7%). Estos comprenden fitoclastos translúcidos (Lámina 6 E-G), bioestructurados (hasta 5%) (Lámina 6 E-G), no-bioestructurados constituidos por fitoclastos semiopacos (más del 50%) (Lámina 6 H) y degradados (hasta 35%). Entre los fitoclastos opacos (Lámina 6 H), los equidimensionales angulares se presentan con mayor frecuencia (hasta 60%) en relación, a los demás equidimensionales y a las tablillas. La materia orgánica amorfa, se encuentra mejor representada por las partículas granulares en relación a las restantes (más de 50%). Los escasos zooclastos (hasta 0,4%) solo se encuentran presentes en los niveles 1, 3, 5 y 11.

**b) Palinofacies tipo II (niveles 8 y 9):** comparativamente con los de la Palinofacies I, estos niveles se caracterizan por las altas frecuencias relativas de palinomorfos (22,8% y 55% respectivamente) y materia orgánica amorfa (16% y 32% respectivamente) y a su vez presentan los más bajos valores de fitoclastos (44% y 28%) registrados.

En ambos niveles los fitoclastos son translúcidos bioestructurados representados por hifas (Lámina 6 G), traqueidas (Lámina 6 E), cutículas (Lámina 6 F) y otros, en el nivel 9 las cutículas presentan una alta frecuencia relativa (más del 60%) en relación al nivel 8. Los no bioestructurados semiopacos están mejor representados en el nivel 8 (65%). Entre los fitoclastos opacos, los equidimensionales angulares poseen la mayor frecuencia relativa (más del 60%) en ambos niveles. La materia orgánica amorfa está representada por partículas granulares, granular-esponjosas, esponjosas, membranosas, fibrosas y otras. En el nivel 9 toman mayor representatividad las partículas fibrosas (37,7%) y las membranosas (32,7%) en tanto en el nivel 8 las membranosas y esponjosas son las más numerosas (hasta 37%). En ambos niveles los Zooclastos son escasos.

#### **4.2.1.2. Localidad Río Totoral**

##### **1) Espectro polínico y frecuencias relativas**

En esta localidad se hallaron 11 especies, de las cuales el 2,66% corresponde a Bryophyta, 25,8% a esporas de Monilophyta, el 69,5% a granos de Magnoliophyta y solo el 4,7% corresponde a granos de Pinophyta por lo que pueden ser considerados foráneos.

### Lista de especies

*Reboulisporites fueguensis* Zamaloa y Romero 1990

*Plicatella* sp.

*Murcingulisporis verrucosus* Mautino y Anzótegui 1998

*Osmundacidites ciliatus* Sha 1967. (Lámina 4 C)

*Biretisporites crassilabratus* Archangelsky 1972. (Lámina 4 F)

*Podocarpidites marwikii* Couper 1953

*Margocolporites vanwijhei* Gemerad, Hopping y Muller 1968

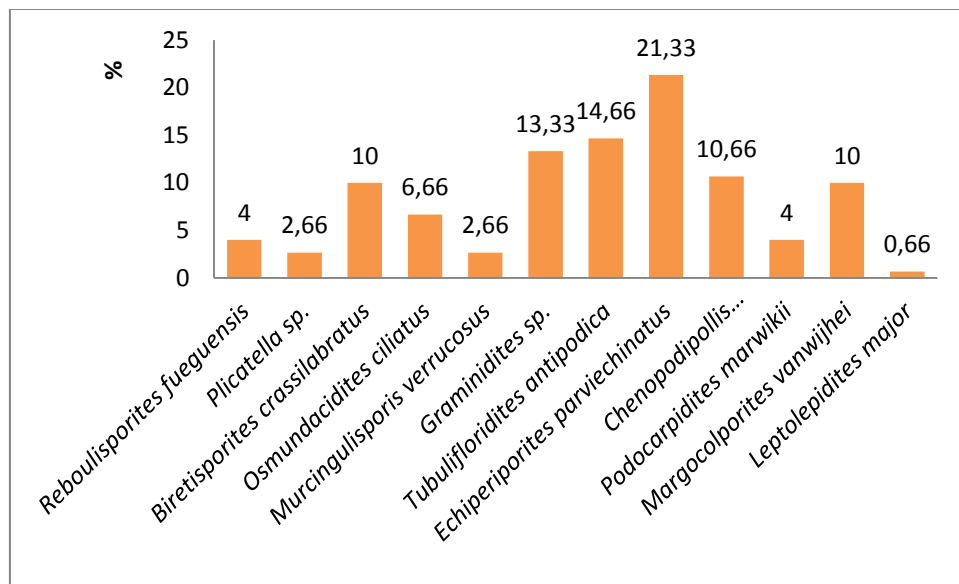
*Graminidites* sp.

*Tubulifloridites antipodica* Cookson 1947

*Echiperiporites densiechinatus* Anzótegui y Cuadrado 1996 (Lámina 6 A)

*Chenopodipollis chenopodiaceioides* (Martin) Truswell 1985

Las frecuencias relativas de cada especie están representadas en el siguiente gráfico:



**Figura 11.** Gráfico de las frecuencias relativas de las distintas especies de la localidad Río Totoral.

## 2) Paleocomunidades

a) Paleocomunidad palustre/higrófila: con estrato herbáceo representado por *Osmundacidites ciliatus* (Osmundaceae), *Plicatella* sp. (Schizaceae), *Muricingulisporis verrucosus* (Pteridaceae), *Biretisporites crassilabratus* (Hymenophyllaceae) epífito en bosques de ribera.

b) Paleocomunidad xerófila: con integrantes herbáceos, *Graminidites* sp. (Poaceae), *Tubulifloridites antipodica* (Asteraceae) y *Chenopodipollis chenopodiaceioides* (Chenopodiaceae), subarborescente *Echiperiporites densiechinatus* (Malvaceae) y arbóreo *Margocolporites vanwijhei* (Fabaceae, Caesalpinioideae). A *Chenopodipollis chenopodiaceioides* se la considera también representante de la comunidad halófila.

c) En cuanto a la baja frecuencia de *Podocarpidites marwickii* (Podocarpaceae) se lo interpreta como un elemento foráneo, teniendo en cuenta, que debido a su morfología los granos bisacados pueden ser transportados por el viento a largas distancias. En la actualidad las Podocarpaceae son integrantes de bosques de altura.

### 4.2.2. Formación Palo Pintado

#### 4.2.2.1. Localidad Quebrada El Estanque

##### 1) Espectro polínico y frecuencias relativas

En esta localidad se hallaron 26 especies de palinomorfos de los cuales el 81,1% corresponde a algas Chlorophyta, el 5,7% a cigósporas de Zygnemataceae, 3,4% a esporas de Monilophyta, el 7,5% a granos de Gimnospermas y el 2,6% a granos de Magnoliophyta.

##### Lista de especies

*Botryococcus braunii* Kützing 1849 (Lámina 1C y D)

*Pediastrum* sp. cf. *P. boyanum* var. *longicorne* Reinsch 1867 (Lámina 2 A y D)

*Pediastrum simplex* Meyen 1829 (Lámina 1B y C)

*Coelastrum* sp. (Lámina 2 E)

*Oedogonium* sp. cf. *O. cretaceum* Zippi 1998 (Lámina 2 F)

*Mougeotia* sp. cf. *M. laetivirens*(A. Braun) Wittrock 1877 (Lámina 3 A)

*Spirogyra* sp. cf. *S. scrobiculata* (Stockmayer) Czurda 1932 (Lámina 2 B)

*Ovoidites parvus* (Cookson y Dettman) Nakoman 1966 (Lámina 3 C)

*Ovoidites grandis* Zippi 1998 (Lámina 3 D)

*Ovoidites sprigii* (Cookson y Dettmann) Zippi 1998

*Ovoidites* sp. (Lámina 3 F)

*Reboulisporites fueguensis* Zamaloa y Romero 1990. (Lámina 3 G)

*Plicatella* sp. . (Lámina 3 H)

*Muricingulisporis verrucosus* Mautino y Anzótegui 1998. (Lámina 3 I y 4 A)

*Polypodiaceiosporites tumulatus* Partridge 1973. (Lámina 4 B)

*Biretisporites crassilabratus* Archangelsky 1972.

*Azolla* sp. (Lámina 4 D)

*Podocarpidites marwijkii* Couper 1953. (Lámina 4 G)

*Tubulifloridites antipódica* Cookson 1947

*Margocolporites vanwijhei* Gemerad, Hopping y Muller 1968. (Lámina 5 E)

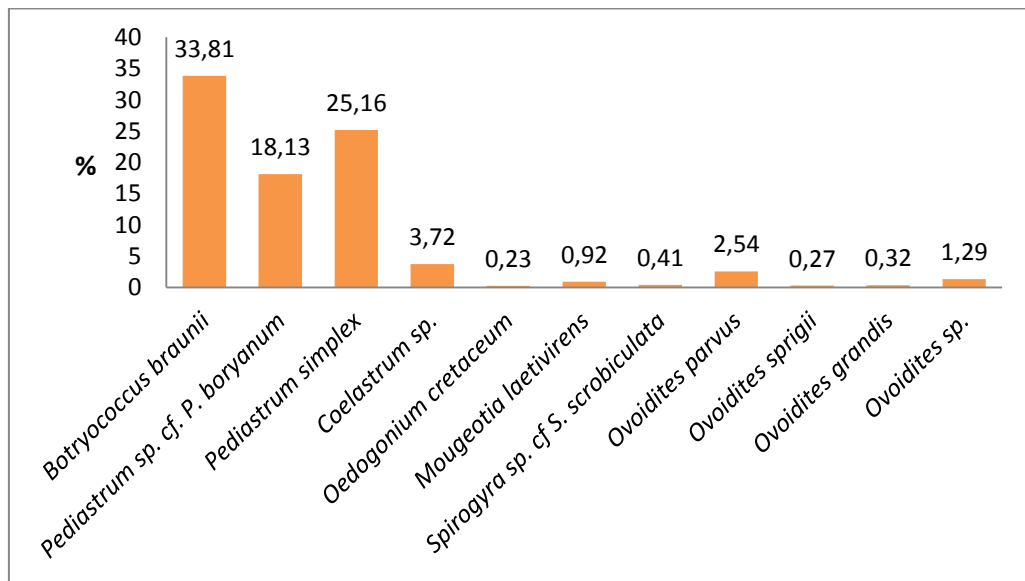
*Graminidites* sp. . (Lámina 5 F)

*Corsinipollenites exinitenuis* Anzótegui y Cuadrado 1996. (Lámina 5 H)

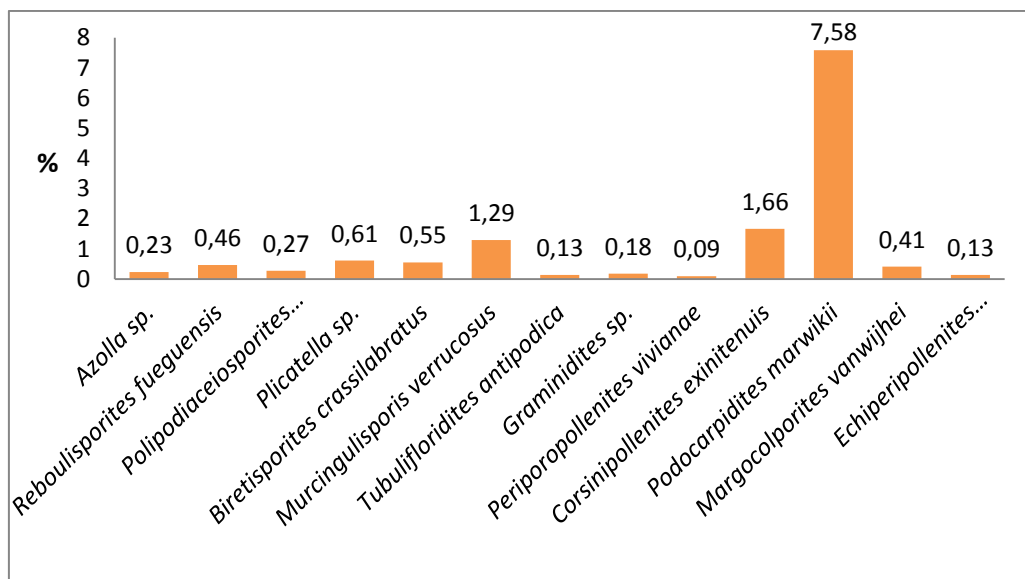
*Echiperiporites parviechinatus* Anzótegui y Cuadrado 1996. (Lámina 6 A)

*Periporopollenites vivianae* Mautino 2011. (Lámina 6 C)

Las frecuencias relativas de cada especie están representadas en los siguientes gráficos:



**Figura 12.** Gráfico de las frecuencias relativas de las especies de algas Chlorophyta y Zygnemataceae de la localidad Quebrada El Estanque.



**Figura 13.** Gráfico de las frecuencias relativas de los esporomorfos de Bryophyta, Monilophyta, Pinophyta y Magnoliophyta de la localidad Quebrada El Estanque.

## 2) Paleocomunidades

a) Paleocomunidad acuática: integrada por *Botryococcus braunii* (Botryococcaceae), *Pediastrum* sp. cf. *P. boryanum* var. *longicorne*, *Pediastrum simplex* (Hydrodictyaceae), *Coelastrum* sp. (Coelastraceae), *Oedogonium* sp. cf. *O. cretaceum* (Oedogoniaceae), *Mougeotia* sp. cf. *M. laetivirens*, *Spirogyra* cf. *S. scrobiculata*, *Spirogyra* sp., *Ovoidites grandis*, *Ovoidites sprigii* (Zygnemataceae) y *Azolla* sp. (Azollaceae).

b) Paleocomunidad palustre: estrato herbáceo *Muricingulisporis verrucosus* (Pteridaceae), *Polypodiaceiosporites tumulatus* (Pteridaceae), *Plicatella* sp. (Schizaceae); herbáceo epífito *Biretisporites crassilabratus* (Hymenophyllaceae) y *Corsinopollenites exinitenuis* (Onagraceae).

c) Paleocomunidad xerófila: estrato herbáceo *Tubulifloridites antipódica* (Asteraceae), *Graminidites* sp. (Poaceae); estrato arbustivo *Periporopollenites vivianae* (Cactaceae); estrato subarbustivo *Echiperiporites parviechinatus* (Malvaceae); estrato arbóreo *Margocolporites vanwijhei* (Fabaceae-Caesalpinioideae).

d) Boscosa de altura, con *Podocarpidites marwijkii* (Podocarpaceae).

## 3) Diagrama polínico (Tilia DOS 1.2.)

Se graficó el espectro polínico con el programa Tilia (DOS 1.2. Versión 2.0.b.4) debido a que esta es la localidad que presenta el mayor número de especies de palinomorfos y con frecuencias relativas particulares que permiten caracterizar diferentes asociaciones palinológicas

El análisis de los componentes en los 18 niveles estratigráficos estudiados permite dividir al perfil en tres zonas polínicas:

**Zona A:** comprende los niveles 18-11.

**Zona B:** comprende los niveles 10-7.

**Zona C:** comprende los niveles 6-1.

## Análisis de cada zona

### Zona A

En esta zona se diferencian dos asociaciones: 1) asociación de algas Chlorophyta y 2) asociación de Zygnemataceae + palinomorfos.

1) Asociación de algas Chlorophyta: integrada por *Botryococcus braunii*, *Pediastrum* sp. cf. *P. boryanum* var. *longicorne* y *Pediastrum simplex*, comprendida en los niveles 18-16 y 14-11. En los tres primeros niveles (18, 17, y 16) las especies mencionadas presentan frecuencias relativas moderadas a abundantes. En cambio en los niveles 14-11 se observan variaciones. En el caso de *Botryococcus braunii*, en el nivel 14 su frecuencia es muy abundante (95%) y se encuentra acompañado por *Ovoidites parvus* y *Ovoidites* sp. con muy escasas frecuencias relativas (menores al 1%). En el siguiente nivel (13) su frecuencia relativa sigue siendo abundante y además de las especies de *Ovoidites*, lo acompañan *Pediastrum* sp. cf. *P. boryanum* var. *longicorne* y *Pediastrum simplex* con frecuencias relativas escasa y moderada respectivamente. En nivel 12 se encuentran las tres especies que caracterizan la asociación aunque con frecuencias moderada/abundante, acompañados con muy escasa frecuencia relativa por *Mougeotia laetivirens*, *Reboulisporites fueguensis*, *Polypodiaceosporites tumulatus*, *Murcingulisporis verrucosus*, *Biretisporites crassilabrat*, *Corsinipollenites exinitenuis*, y *Echiperiporites parviechinatus*. En el último nivel (11) solamente se encuentra *Pediastrum simplex* con una frecuencia relativa muy abundante (70%) acompañado de *Ovoidites sprigii*, *Polypodiaceosporites tumulatus* y *Periporopollenites vivianae* con representación escasa y *Podocarpidites marwijkii* con representación moderada (20%).

2) Asociación de Zygnemataceae y esporomorfos: integrada por *Ovoidites sprigii*, *Ovoidites grandis*, *Ovoidites* sp., *Reboulisporites fueguensis*, *Murcingulisporis verrucosus*, *Biretisporites crassilabrat* y *Corsinipollenites exinitenuis* con frecuencia relativa moderada, acompañados por *Plicatella* sp., *Polypodiaceosporites tumulatus* y *Podocarpidites marwijkii* con escasa frecuencia relativa.

## **Zona B**

Esta zona está integrada por la asociación palinológica Zygnemataceae + esporomorfos. Se destaca en esta zona la ausencia de algas Chlorophyta. Comprende los niveles 10-7. En el nivel 10 *Ovoidites parvus* presenta una frecuencia relativa muy abundante y *Ovoidites grandis* moderada, están acompañados por *Biretisporites crassilabrat* y *Podocarpidites marwijkii* con frecuencias escasas. En el nivel 9 *Mougeotia laetivirens*, *Ovoidites parvus*, *Ovoidites* sp., *Spirogyra scrobiculata* y *Corsinipollenites exinitenuis* presentan frecuencias relativas moderadas, junto a

*Biretisporites crassilabratus* y *Podocarpidites marwickii* con escasa representación. En el nivel 8 *Mougeotia* sp. cf. *M. laetivirens*, *Biretisporites crassilabratus*, *Polypodiaceiosporites tumulatus*, *Muricingulisporis verrucosus*, *Tubulifloridites antipodica* y *Podocarpidites marwickii* presentan frecuencias relativas moderadas, destacándose *Podocarpidites marwickii* con el 45%. El último nivel (7) se caracteriza por la frecuencia relativa muy abundante de *Podocarpidites marwickii* (90%) acompañado por escasos representantes de *Oedogonium cretaceum*, *Muricingulisporis verrucosus* y *Biretisporites crassilabratus*.

### **Zona C**

Se distinguen tres asociaciones: 1) asociación de algas Chlorophyta; 2) asociación de Zygnemataceae + esporomorfos; y 3) asociación mixta.

1) Asociación de algas Chlorophyta: se observa en los niveles 6-4 y 1. En el nivel 6 se encuentran *Botryococcus braunii* con frecuencia relativa abundante y las dos especies de *Pediastrum* ya mencionadas con frecuencias relativas moderadas. En los niveles 5 y 4 a las especies anteriores se suma *Coelastrum* sp. con frecuencias relativas moderadas. Se destaca en el nivel 4 la frecuencia relativa abundante de *Pediastrum simplex* y la escasa representación de *Botryococcus braunii* y *Pediastrum* sp. cf. *P. boryanum* var. *longicorne*. En el último nivel (1) *Botryococcus braunii* presenta una frecuencia relativa muy abundante (70%), mientras que las especies de *Pediastrum* tienen frecuencias relativas moderadas.

2) Asociación de Zygnemataceae y esporomorfos: se observa en el nivel 2, con una moderada representación de *Ovoidites parvus*, *O. sprigii*, *Muricingulisporis verrucosus*, *Biretisporites crassilabratus*, *Podocarpidites marwickii*, *Graminidites* sp. y *Margocolporites vanwijhei* y escasa de *Oedogonium cretaceum*, *Polypodiaceiosporites tumulatus* y *Tubulifloridites antipodica*.



### 5.2.2. Localidad Río Calchaquí

#### 1) Espectro palinológico y frecuencias relativas

En esta localidad se hallaron 10 especies de palinomorfos que corresponden en un 96,99% a granos de polen de Magnoliophyta y el 3,54% a granos de polen de Gimnospermas (Gnetales).

#### Lista de especies

*Equisetosporites* sp. (Lámina 4 H)

*Arecipites* sp. (Lámina 4 I)

*Psilatricolporites* sp. (Lámina 5 A)

*Tubulifloridites antipodica* Cookson 1947 (Lámina 5 B)

*Rhoipites baculatus* Archangelsky 1973 (Lámina 5 C)

*Striaticolporites gamerroi* Archangelsky 1973 (Lámina 5 D)

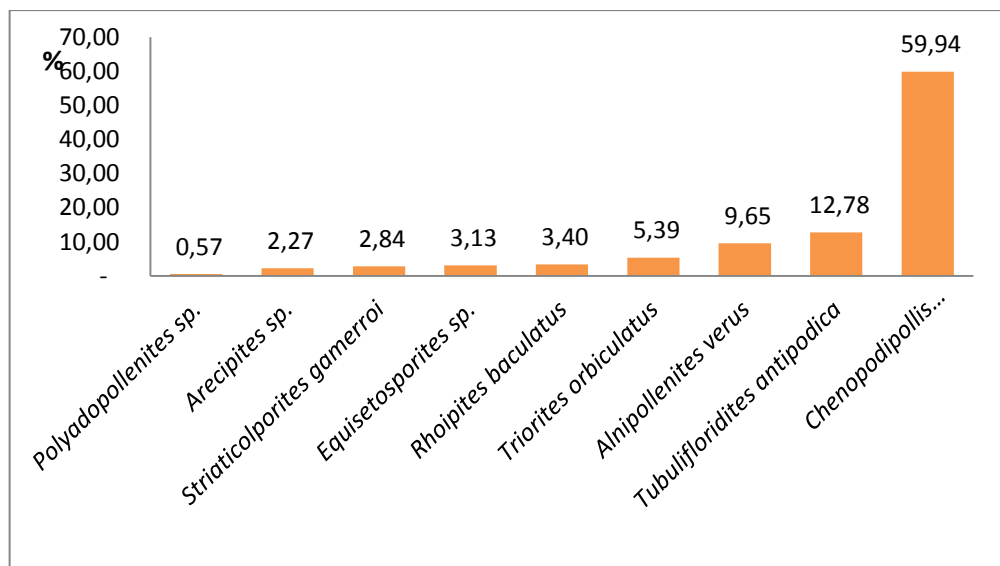
*Triorites orbiculatus* McIntyre 1965 (Lámina 5 G)

*Alnipollenites verus* Potonié ex Potonié 1931 (Lámina 5 I)

*Chenopodipollis chenopodiaceioides* (Martin) Truswell 1985 (Lámina 6 B)

*Poliadopollenites* sp. (Lámina 6 D)

Las frecuencias relativas de cada especie están representadas en el siguiente gráfico:



**Figura 14.** Gráfico de las frecuencias relativas de las distintas especies de esporomorfos de la localidad Río Calchaquí.

## 2) Paleocomunidades

a) Bosque higrófilo: estrato arbustivo-arbóreo *Rhoipites baculatus* (Rutaceae), *Poliadopollenites* sp. (Fabaceae, Mimosoideae).

b) Paleocomunidad xerófila: estrato herbáceo *Equisetosporites* sp. (Ephedraceae), *Tubulifloridites antipodica* (Asteraceae), *Chenopodipollis chenopodiaceioides* (Chenopodiaceae), arbustivo *Psilatricolporites* sp. (Solanaceae), arbustivo-arbóreo *Triorites orbiculatus* (Celtidaceae) y arbóreo *Striaticolporites gamerroi* (Anacardiaceae), *Arecipites* sp. (Arecaceae).

c) Paleocomunidad boscosa de altura, con *Alnipollenites verus* (Betulaceae).

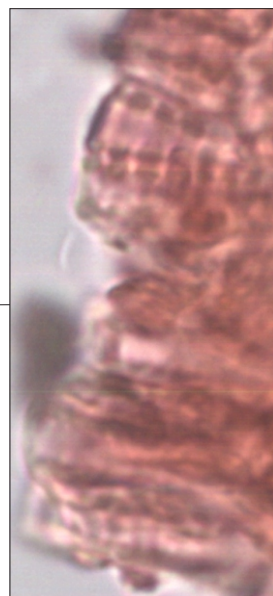
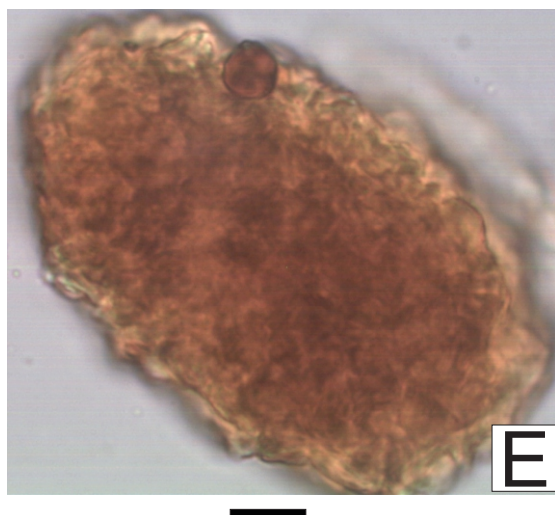
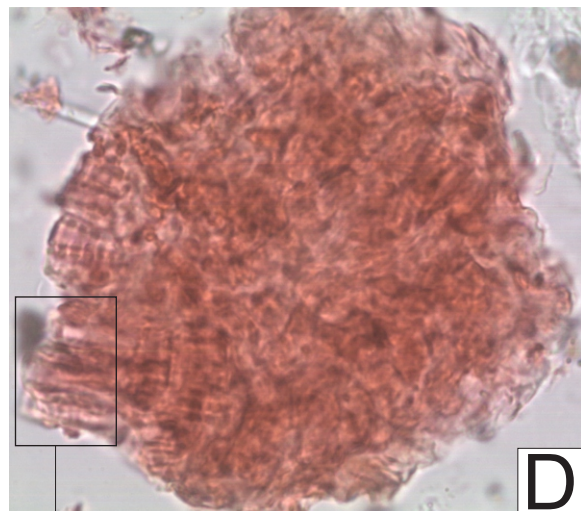
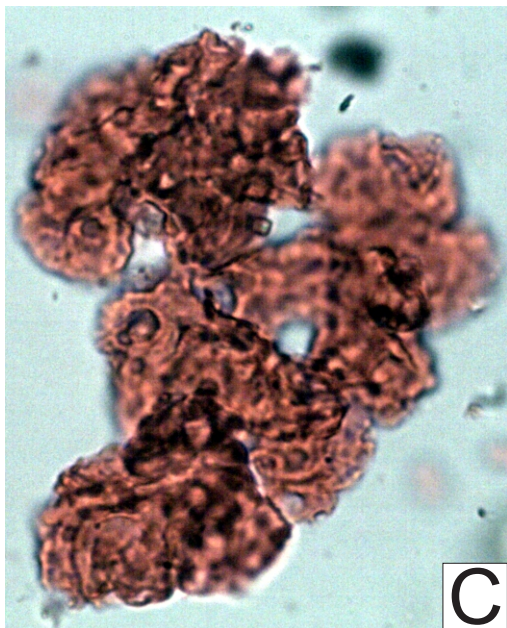
## LÁMINA 1

**A.** *Glomus* sp. Aloformación Playa del Zorro, localidad La Cascadita, CTES-PMP 3074e: 38,1/95,5.

**B.** *Lycoperdon* sp. Aloformación Playa del Zorro, localidad La Cascadita, CTES-PMP 3074c: 40,8/91,6.

**C-E.** *Botryococcus* sp. cf. *B. braunii* Kützing 1849. **C-D.** Formación Palo Pintado, localidad Quebrada El Estanque, CTES-PMP 2928c: 46,1/96,8 y 3040d: 37,6/91,2. **E.** Aloformación Playa del Zorro, localidad La Cascadita, CTES-PMP 3074e: 40,2/80,1. El detalle del recuadro en la figura **D.** muestra los anillos de crecimiento que se observan en algunas copas de esta colonia.

Escala gráfica: A = 9  $\mu\text{m}$ ; B = 3  $\mu\text{m}$ , C-E = 8  $\mu\text{m}$ .



## LÁMINA 2

**A-D.** *Pediastrum* sp. cf. *P. boryanum*(Turpin) Meneghini 1840 Formación Palo Pintado, localidad Quebrada El Estanque, CTES-PMP2928b: 36,9/87.

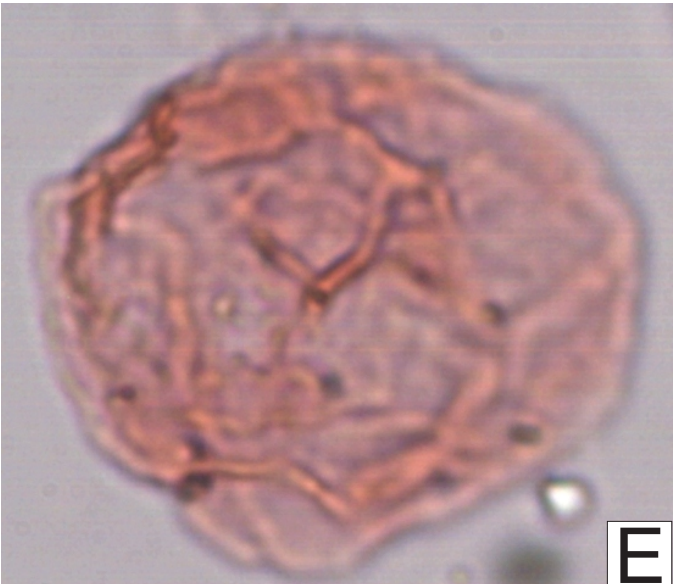
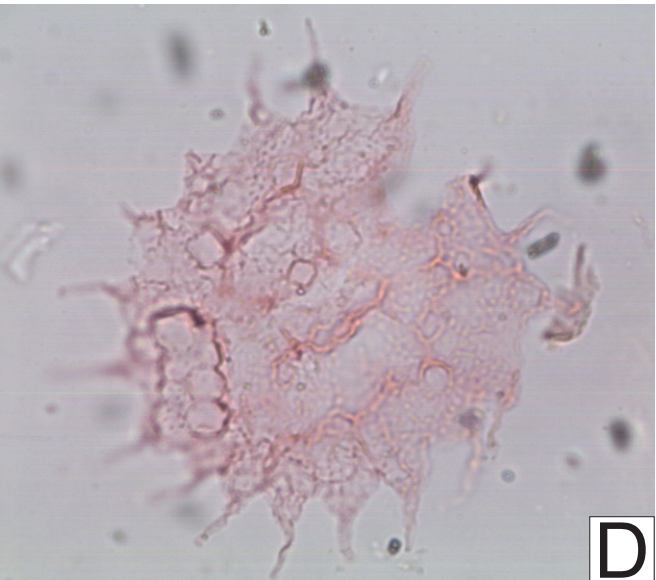
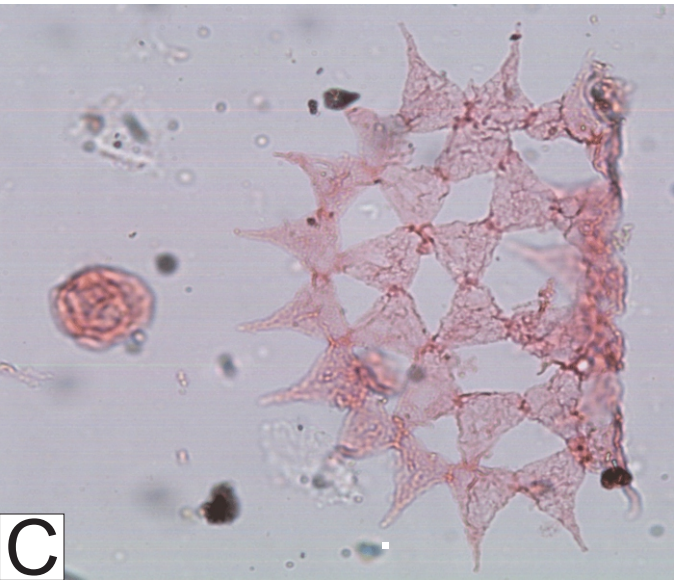
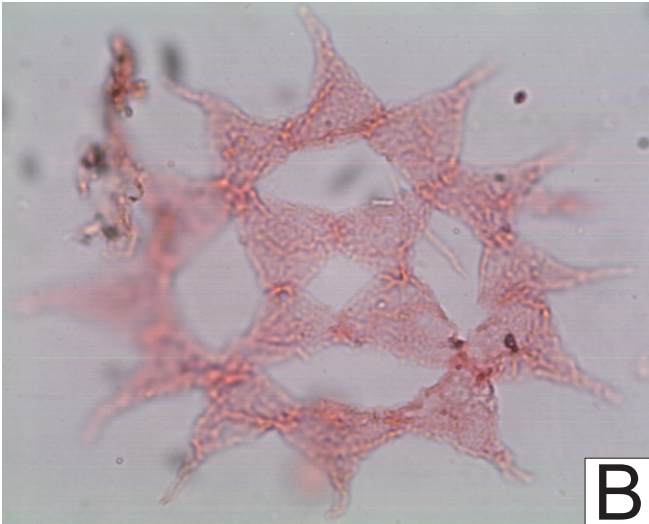
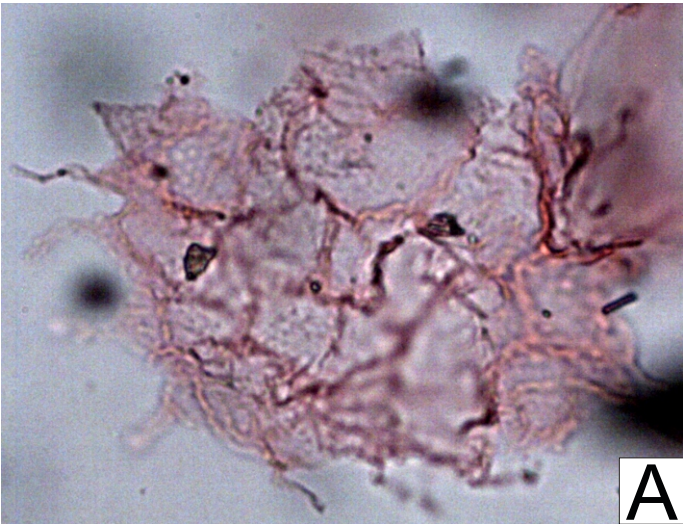
**B-C.** *Pediastrum simplex* Meyen 1829 Formación Palo Pintado, localidad Quebrada El Estanque, CTES-PMP2928b: 36,9/87.

**E.** *Coelastrum* sp. Formación Palo Pintado, localidad Quebrada El Estanque, CTES-PMP 2931b: 43,5/86,1.

**F.** *Oedogonium* sp. cf. *O. cretaceum* Zippi 1998 Formación Palo Pintado, localidad Quebrada El Estanque, CTES-PMP 2924 c: 37,3/92,6.

Escala gráfica: A y D = 4  $\mu\text{m}$ , B y C = 5  $\mu\text{m}$ , E = 3  $\mu\text{m}$ , F = 6  $\mu\text{m}$ .





### LÁMINA 3

**A.** *Mougeotia* sp. cf. *M. laetivirens* (A. Braun) Wittrock 1877 Formación Palo Pintado, localidad Quebrada El Estanque, CTES-PMP 2914c: 41,5/90,4.

**B.** *Spirogyra* cf. *scrobiculata* (Stockmayer) Czurda 1932 Formación Palo Pintado, localidad Quebrada El Estanque, CTES-PMP 2914a: 43/89,6.

**C.** *Ovoidites parvus* (Cookson y Dettman) Nakoman 1966 Formación Palo Pintado, localidad Quebrada El Estanque, CTES-PMP 2913c: 32/91,9.

**D.** *Ovoidites grandis* Zippi 1998 CTES-PMP Formación Palo Pintado, localidad Quebrada El Estanque, 2913a: 38,9/95,2.

**E.** *Ovoidites sprigii* (Cookson y Dettmann) Zippi 1998 Aloformación Playa del Zorro, localidad La Cascadita, CTES-PMP 3074c: 44,7/88,2.

**F** *Ovoidites* sp. Formación Palo Pintado, localidad Quebrada El Estanque, CTES-PMP 2914a: 39,8/88,1.

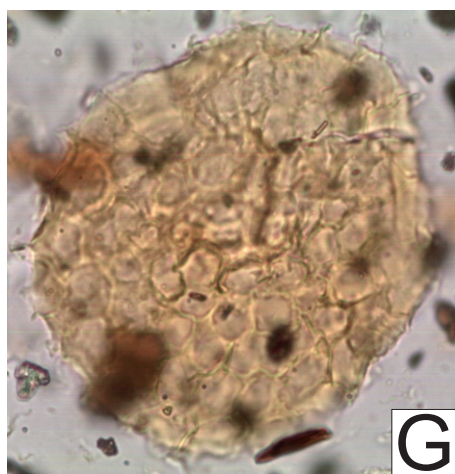
**G.** *Reboulisporites fueguensis* Zamaloa y Romero 1990 Formación Palo Pintado, localidad Quebrada El Estanque, CTES-PMP 2911b: 34,1/99,3.

**H.** *Plicatella* sp. Formación Palo Pintado, localidad Quebrada El Estanque, CTES-PMP 3044a: 33,4/89.

**I.** *Muricingulisporis verrucosus* Mautino 1998; vista polar Formación Palo Pintado, localidad Quebrada El Estanque, CTES-PMP 2910d: 37/88,5.

Escala gráfica: A= 10  $\mu$ m, B = 8  $\mu$ m, C= 11  $\mu$ m, D = 22  $\mu$ m, E = 12  $\mu$ m, F = 8  $\mu$ m, G y H = 10  $\mu$ m, I = 7  $\mu$ m.







#### LÁMINA 4

**A.** *Muricingulisporis verrucosus* Mautino 1998, vista ecuatorial Formación Palo Pintado, localidad Quebrada El Estanque, CTES-PMP 2910d: 41,1/89,5.

**B.** *Polypodiaceiosporites tumulatus* Partridge 1973 Formación Palo Pintado, localidad Quebrada El Estanque, CTES-PMP 2910c: 40,9/88,2.

**C.** *Osmundacidites ciliatus* Sha 1967 Aloformación Playa del Zorro, localidad Río Totoral, CTES-PMP 3067a: 40,5/89,8.

**D.** *Azolla* sp., se señalan los gloquídeos Formación Palo Pintado, localidad Quebrada El Estanque, CTES-PMP 2914c: 42,3/90.

**E.** *Biretisporites crassilabratus* Archangelsky 1973 Aloformación Playa del Zorro, localidad Río Totoral, CTES-PMP 3068b: 32,6/89,1.

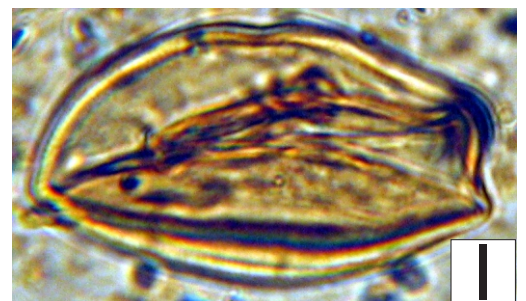
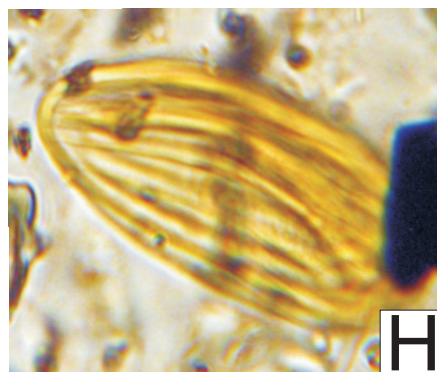
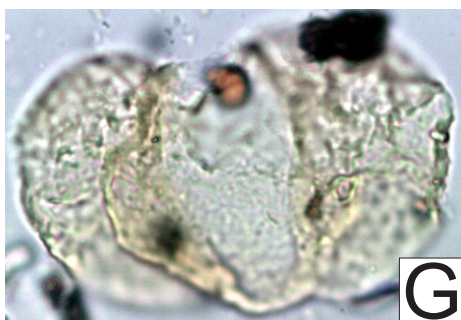
**F.** *Leptolepidites major* Couper 1958 Formación Palo Pintado, localidad Quebrada El Estanque, CTES-PMP 2911b: 30,9/97,4.

**G.** *Podocarpidites marwikii* Couper 1953 Formación Palo Pintado, localidad Quebrada El Estanque, CTES-PMP 2924a: 46,5/90,3.

**H.** *Equisetosporites* sp. Formación Palo Pintado, localidad Río Calchaquí, CTES-PMP 2875a: 34,2/107.

**I.** *Arecipites* sp. Formación Palo Pintado, localidad Río Calchaquí, CTES-PMP 2872b: 34,3/103.

Escala gráfica: A = 7  $\mu\text{m}$ , B y C = 6  $\mu\text{m}$ , D = 1  $\mu\text{m}$ ; E = 3  $\mu\text{m}$ , F = 9  $\mu\text{m}$ , G = 8  $\mu\text{m}$ , H = 2  $\mu\text{m}$ , I = 3  $\mu\text{m}$ .



## LÁMINA 5

**A.** *Psilatricolporites* sp. Formación Palo Pintado, localidad Río Calchaquí, CTES-PMP 2872a: 41,6/96,8.

**B.** *Tubulifloridites antipodica* Cookson ex Potonié Formación Palo Pintado, localidad Río Calchaquí, CTES-PMP 2874a: 37,7/102,1.

**C.** *Rhoipites baculatus* Archangelsky 1973 Formación Palo Pintado, localidad Río Calchaquí, CTES-PMP 2872b: 34/106,8.

**D.** *Striaticolporites gamerroi* Archangelsky 1973 Formación Palo Pintado, localidad Río Calchaquí, CTES-PMP 2875b: 33,3/101,1.

**E.** *Margocolporites vanwijhei* Gernerad, Hopping y Muller 1968 Formación Palo Pintado, localidad Quebrada El Estanque, CTES-PMP 3424a: 38,2/88,8.

**F.** *Graminidites* sp. Formación Palo Pintado, localidad Quebrada El Estanque, CTES-PMP 3424a: 41/90,7.

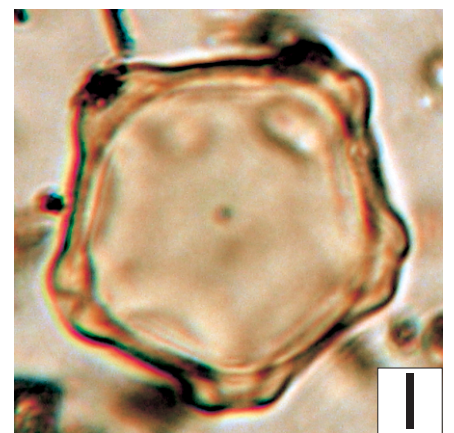
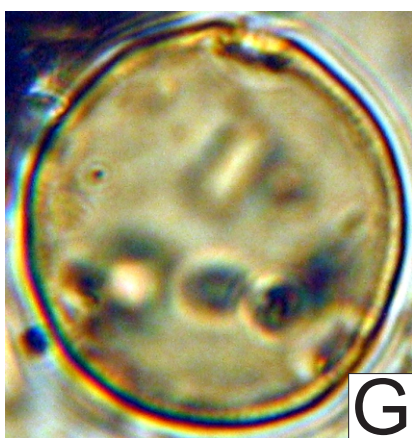
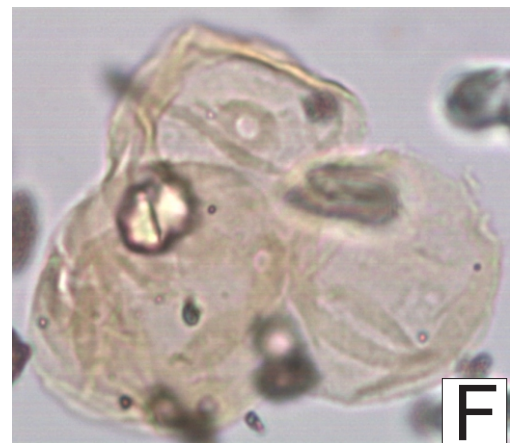
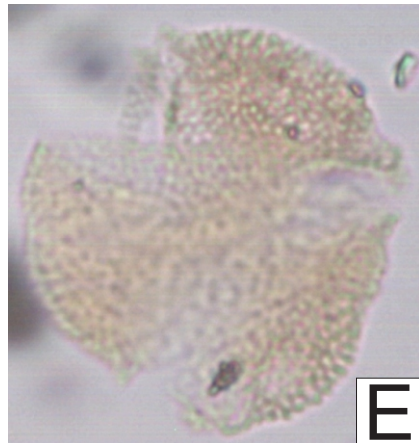
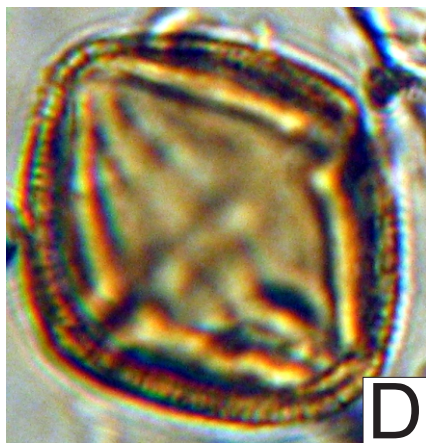
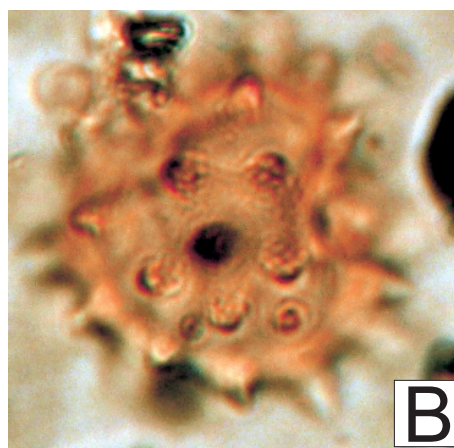
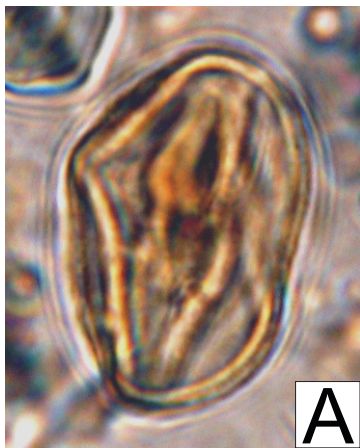
**G.** *Triorites orbiculatus* McIntyre 1965 Formación Palo Pintado, localidad Río Calchaquí, CTES-PMP 2876b: 43,6/106,7.

**H.** *Corsinopollenites exinitenuis* Anzótegui y Cuadrado 1996 Formación Palo Pintado, localidad Quebrada El Estanque, CTES-PMP 2914c: 37,3/90,2.

**I.** *Alnipollenites verus* Potonié ex Potonié 1931 Formación Palo Pintado, localidad Río Calchaquí, CTES-PMP 2876a: 42,5/103,4.

Escala gráfica: A, G e I= 4  $\mu$ m, B = 2  $\mu$ m, C, D y F = 3  $\mu$ m, E = 7  $\mu$ m, H = 6  $\mu$ m.





## LÁMINA 6

**A.** *Echiporiporites parviechinatus* Anzótegui y Cuadrado 1996 Aloformación Playa del Zorro, localidad Río Totoral CTES-PMP 3068b: 26,3/92,8.

**B.** *Chenopodipollis chenopodiaceioides* (Martin) Truswell 1985 Formación Palo Pintado, localidad Río Calchaquí, CTES-PMP 2876a: 36,1/98,1.

**C.** *Periporopollenites vivianae* Mautino 2011 Formación Palo Pintado, localidad Quebrada El Estanque, CTES-PMP 2912b: 39,1/92.

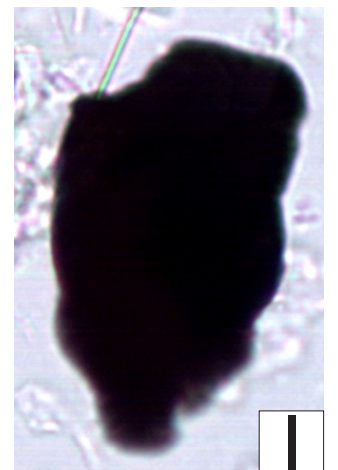
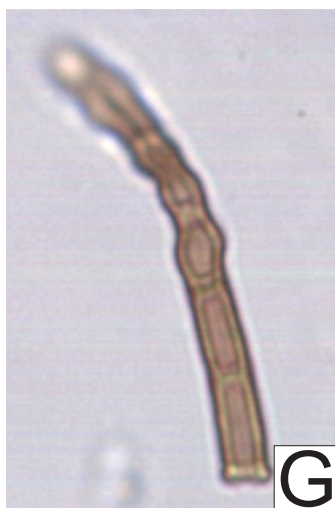
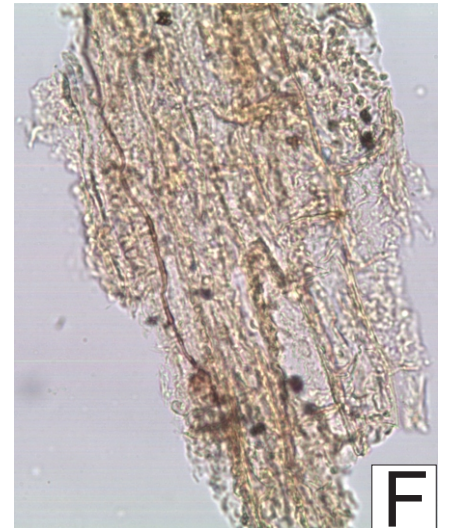
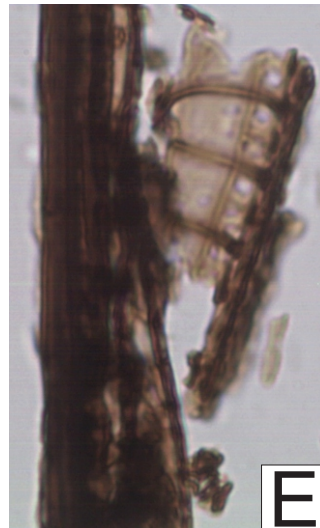
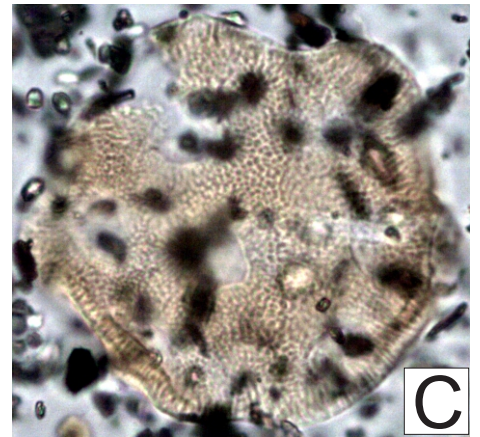
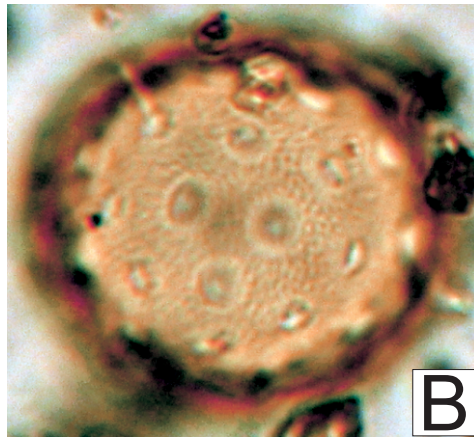
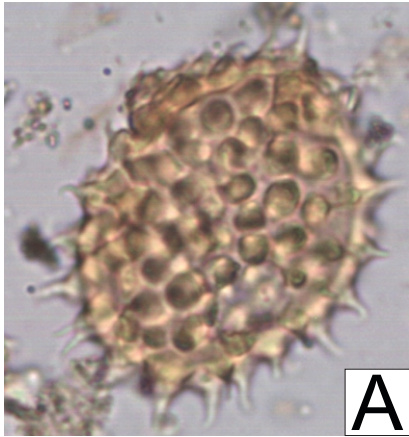
**D.** *Polyadopollenites* sp. Formación Palo Pintado, localidad Río Calchaquí, CTES-PMP 2875a: 35,5/102.

**E-H.** Fitoclastos translúcidos. **E.** Traqueida; **F.** Cutícula; **G.** Hifa y **H.** partícula semiopaca. Aloformación Playa del Zorro, localidad La Cascadita, CTES-PMP 2875. (E y F = 40x; G y H = 100x).

**I.** Fitoclasto opaco Aloformación Playa del Zorro, localidad La Cascadita, CTES-PMP 3084 (100x).

Escala gráfica: A = 6µm, B = 2 µm, C = 13 µm, D = 4 µm.





Horn, M.Y. *Palinofloras de las formaciones El Morterito y Palo Pintado (Mioceno Superior-Plioceno Inferior), Noroeste de Argentina.*

# **CAPÍTULO V**

## **DISCUSIÓN**

### **DE LOS**

### **RESULTADOS**

## Capítulo V. Discusión

### Observaciones generales

Del análisis del espectro palinológico de las localidades estudiadas (Capítulo IV.2), se destaca que los grupos de las Chlorophyta, Zygnemataceae y Magnoliophyta, se encuentran mejor representados. Considerando el hábito y hábitat de las especies actuales afines a los taxones fósiles determinados (Capítulo IV. 1), se han identificado las paleocomunidades acuática, palustre, bosque de ribera, xerofítica y bosques de altura; siendo las más significativas las paleocomunidades acuática y xerofítica.

En base a lo anteriormente expuesto, en este Capítulo se presentan:

1) Las consideraciones paleoambientales de cada localidad a partir de las paleocomunidades inferidas, del análisis palinofacial de la localidad la Cascadita Aloformación Playa del Zorro y del diagrama polínico de la localidad Quebrada El Estanque, Formación Palo Pintado.

2) Se comparan entre sí las dos unidades estratigráficas aquí estudiadas, y con otras formaciones neógenas del oeste de los Valles Calchaquíes y de la Cordillera Frontal.

### 5.1. Consideraciones paleoambientales

#### 5.1.1 Aloformación Playa del Zorro

##### 5.1.1.1. Localidad La Cascadita

##### 1) Paleocomunidades

Paleocomunidad acuática: se habría desarrollado en cuerpos de agua dulceacuícolas poco profundos. Se hallaron colonias de *Botryococcus braunii* (niveles 7 a 10) compuestas simples (no ramificadas), de forma ovoide y de tamaño uniforme con buena preservación y en forma abundante. Sin embargo algunas (o partes de las mismas) se observan amorfizadas o aparentemente degradadas. Dada la alta frecuencia relativa y las características morfológicas de las colonias (simples no ramificadas) se infiere que ellas corresponden a los primeros estadios de desarrollo (juveniles). Las condiciones paleoecológicas favorables para su presencia habrían obedecido a que el cuerpo ácuo estuvo oxigenado, con salinidad  $\geq 3,5\%$  y de pH bajo (Tyson, 1995). Estas condiciones habrían tenido una duración efímera y podrían haberse tornado poco favorables o adversas (por ejemplo anoxia) deteniendo el crecimiento de las colonias y



su posterior degradación (por la presencia de colonias amorfizadas) (Guy-Ohlson, 1992 y Amenabar y Ottone, 2003). Actualmente el género se distribuye en regiones cálidas, tropicales y templadas.

Las cigósporas de Zygnemataceae actualmente se originan en aguas mesotróficas, ricas en oxígeno y relativamente cálidas (Van Gell, 1976 y 2001, Van Geel y van der Hammen, 1978), no obstante las esporas de resistencia son capaces de preservarse bajo situaciones de *stress* hídrico (Borel *et al.*, 2003).

Las colonias de *Botryococcus braunii* y las cigósporas de Zygnemataceae se encuentran asociados solamente, en el nivel 8; mientras que las colonias muestran una frecuencia relativa alta en el 9, disminuyendo considerablemente en el 10.

Paleocomunidad terrestre: los hongos hallados eran elementos del suelo. En el caso de *Glomus* sp. habría formado micorrizas arbusculares o endomicorrizas con plantas superiores. *Lycoperdon* sp. se habría desarrollado probablemente sobre madera en descomposición (saprofitismo), aunque en la actualidad algunas especies también forman ectomicorrizas (Kendrick, 2000). Las altas frecuencias relativas de las esporas de ambos géneros se debería a que la esporulación se produjo próxima a la fuente de depósito de las mismas (Tyson, 1995).

Por otra parte como los afines actuales de *Equisetosporites* sp. (Ephedraceae) y *Chenopodipollis chenopodiaceioides* (Chenopodiaceae) habitan en lugares secos y semiáridos a áridos, es posible deducir la existencia de vegetación xerófila próxima al área de depósito.

De los 13 niveles sedimentarios estudiados los representantes de las paleocomunidades descriptas se presentan en los niveles 7, 8, 9 y 10.

En el nivel 8 el espectro palinológico lo componen colonias de *Botryococcus braunii*, cigósporas de Zygnemataceae, esporas de hongos y granos de polen. Por la predominancia de los elementos terrestres, se infiere que las condiciones climáticas y ambientales habrían sido secas. Estas condiciones habrían tenido influencia en el ambiente acuático ya que la presencia de esporas de resistencia de Zygnemataceae reflejan períodos de *stress* hídrico (deseccación) (esto podría explicar la baja preservación de Traqueophyta). En el nivel 9 las condiciones ácueas se habrían tornado favorables y más oxigenadas, teniendo en cuenta la alta frecuencia relativa en la población de *Botryococcus braunii*; en tanto que en el nivel 10 por su baja frecuencia se

infiere que las condiciones acuáticas habrían sido menos favorables para su desarrollo por la baja frecuencia de ellas. Dada la presencia en este último nivel de *Glomus* sp., en el ambiente terrestre habrían prevalecido las condiciones séricas.

## 2) Palinofacies

**a) Palinofacies tipo I (niveles 1-7 y 11-13):** desde el punto de vista del origen, los fitoclastos probablemente deriven de leños próximos a la fuente de depósito, los que habrían sido oxidadas por el contacto con el aire dado la alta frecuencia de fitoclastos semiopacos y opacos (Lámina 5 I). El predominio de fitoclastos opacos equidimensionales (angulares, subredondeados-angulares) denota bajo transporte. La materia orgánica amorfa es reducida y está mayormente representada por el tipo granular. La ausencia de granos de polen de Tracheophyta puede deberse a distintos factores como pH alcalino, potencial redox (Eh) relativamente oxidante (al menos por un tiempo) y a la intensa actividad biológica (Martínez *et al.*, 2008). “Las condiciones alcalinas en zonas áridas provocan la destrucción de los palinomorfos hasta profundidades de varias decenas a centenares de metros...” (Volkheimer, 1972, en Quattrochio *et al.*, 2003). La proporción importante de materia orgánica oscurecida (tanto fitoclastos como materia orgánica amorfa) sugiere ambientes oxigenados alternativamene secos y húmedos, pero no saturados (Batten, 1996 en Grill *et al.*, 2006).

**b) Palinofacies tipo II (niveles 8 y 9):** desde el punto de vista paleoambiental, relacionando los dos niveles, es posible inferir que los restos vegetales que dieron origen a los fitoclastos habrían sufrido oxidación (fitoclastos semiopacos y opacos) y bajo transporte (fitoclastos equidimensionales angulares y subredondeados-angulares). El ambiente de depositación habría sido más reductor, temporariamente anóxico y de poca profundidad, dada la presencia de fitoclastos biestructurados y materia orgánica amorfa bien preservada (Martínez *et al.*, 2008). Teniendo en cuenta los palinomorfos asociados probablemente las partículas amorfas esponjosas y membranosas podrían derivar de colonias degradadas de *Botryococcus braunii*. Cabe mencionar que en algunos ejemplares de *Glomus* sp., Zygnemataceae y *Equisetosporites* sp., así como también en partículas traslúcidas y opacas, se observan perforaciones de diferentes tamaños relacionadas probablemente a la actividad fúngica y bacteriana. Las esporas de hongos, también, revelan cercanía a la fuente de origen.

Por la predominancia entre los palinomorfos de elementos terrestres (hasta 55%), se infiere que las condiciones climáticas y ambientales habrían sido cálidas secas y áridas. Estas condiciones habrían tenido influencia en el ambiente acuático por la presencia de esporas de resistencia de Zygnemataceae que reflejarían stress hídrico. No obstante, por la alta frecuencia relativa en la población de *Botryococcus braunii* en el nivel 9, las condiciones ácueas se habrían tornado benignas, más oxigenadas, con una carga de nutrientes entre oligo- a mesotrófica y quizás eurihalinas (Martínez *et al.*, 2008). Esta palinofacies reflejan alternancia de condiciones aeróbicas y anaeróbicas propias de una planicie de inundación (Grill *et al.*, 2006).

#### **5.1.1.2. Localidad Río Totoral**

Vides y Bazán (2004) de acuerdo al análisis de las asociaciones de facies consideran que los ambientes de depósito de esta localidad fueron lagos, orla de lago, interfluvios pasivos, interfluvios activos y canales. Posiblemente estos cuerpos de agua se encontraban vegetados en las riberas o zonas litorales por especies palustres, adaptadas a vivir en suelos anegados (por desbordes o inundaciones) y a soportar períodos de sequía (Arbo y Tressens, 2003). En zonas alejadas a estos cuerpos de agua, menos húmedos se habría dado lugar las especies xerófilas predominantemente herbácea/arbustiva y podrían haber coexistido plantas halófitas (con gran tolerancia a suelos o aguas con altas concentraciones de sales Arbo y Tressens, 2003) como por ejemplo especies de la Familia Chenopodiaceae (Frederiksen, 1985).

Los integrantes de las paleocomunidades mencionadas, (teniendo en cuenta la distribución geográfica y los requerimientos climáticos de los taxones actuales afines) se habrían desarrollado bajo un clima cálido con prolongada estación seca. Como se menciona en el capítulo I (ítem 1.5. Antecedentes palinológicos y paleobotánicos) para esta localidad se halló una asociación de impresiones foliares afines a nueve especies de Fabaceae, (subfamilias Caesalpinoideae, Momosoideae y Palpiliodoideae), además de *Schinopsis* sp. cf. *S. lorentzii* y *Schinus herbstii* (Anzótegui, 2006 y Anzótegui *et al.*, 2007). Estos taxones habrían integrado bosques de ribera, ambientes abiertos y secos con predominio de vegetación xerófila bajo condiciones de clima cálido con estacionalidad.

## 5.1.2. Formación Palo Pintado

### 5.1.2.1. Localidad Quebrada el Estanque

En esta localidad, como se describe en el capítulo II (Geología), el ambiente de sedimentación de la Formación Palo Pintado (Galli *et al.*, 2011) es interpretado como un sistema de ríos con sinuosidad intermedia a alta que portaban sedimentos en suspensión y tracción pudiendo desarrollar en algunos sectores un canal y en otros canales múltiples. Este sistema fluvial habría desarrollado amplias llanuras inundables en las que podrían haberse formado lagunas a partir de crecidas o desbordes de los ríos (por lluvias excepcionales). Un subambiente palustre habría tenido lugar en la orilla de estas lagunas principalmente en aquellas en proceso de colmatación (Galli *et al.*, 2011). En la zona litoral de las lagunas, se habría localizado la vegetación de la paleocomunidad palustre herbácea, mientras que las especies xerófilas se habrían encontrado en zonas más alejadas.

### Discusión del diagrama polínico

A lo largo del perfil estratigráfico representado en el diagrama polínico (Fig. 14), se observa la alternancia cíclica de: 1) Asociación de algas Chlorophyta y 2) Asociación de Zygnemataceae + esporomorfos.

#### 1) Asociación de algas Chlorophyta

Esta asociación presenta variaciones en sus frecuencias relativas en los niveles donde se encuentran. Estas variaciones podrían ser interpretadas como indicios de cambios en la concentración de nutrientes del agua. Por ejemplo, la abundancia de *Pediastrum simplex* en algunos niveles podría deberse a la mayor eutrofización del agua, en cambio la de *Botryococcus braunii* representaría cuerpos ácueos meso- a oligotróficos (Martínez *et al.*, 2008). En términos generales los tres taxones habrían coexistido en un ambiente de aguas eutróficas a oligotróficas, estables, claras y oxigenadas bajo clima cálido. *Botryococcus braunii* presenta colonias compuestas sin ramificar (Lámina 1 D) y otras ramificadas (Lámina 1C) de color amarillo, anaranjado y marrón. En algunas colonias muy bien preservadas se observan las copas (no así las autoesporas) y en otras los anillos de crecimiento (Lámina 1 D). La mayoría posee buena preservación, aunque que en algunos casos las colonias se presentan como masas amorfas. Estas características reflejan diferentes estadios de desarrollo (joven y/o adultas) que se habrían producido bajo condiciones ambientales y/o climáticas variables durante un largo período de tiempo y sufriendo un rápido enterramiento en ausencia de oxígeno (Guy Olshon, 1992, Rodríguez Amenábar y Ottone, 2003). Cabe destacar que la abundante representación de *Pediastrum simplex* acompañado de *Coelastrum* sp. indicarían aguas eutróficas a mesotróficas más cálidas (Jankovská y Komárek, 2000).

## 2) Asociación de Zygnemataceae + esporomorfos

La presencia de cigósporas de Zygnemataceae (en ausencia de algas Chlorophyta) indica un ambiente de *stress* hídrico, ya sea por disminución de la concentración de oxígeno en el agua o por desecación (Van Geel y van der Hammen, 1978). En el ambiente terrestre la diversidad de Monilophyta se interpreta como de helechos oportunistas dado su rol importante en la restitución de la vegetación (Llorens, 2005). *Corsinipollenites exinitenuis* habría acompañado a estos helechos ya que la familia actual afín (Onagraceae) posee especies que integran comunidades palustres. De la misma manera, el registro abundante de *Podocarpidites marwikii* en esta asociación, obedecería a la capacidad que muestra la especie actual afín (*Podocarpus parlatoresi*) de colonizar sitios abiertos de altura y disturbados (Llorens, 2005, Blendinger, 2006 y Mautino, 2010). Integran esta asociación en forma esporádica taxones xerófilos de ambientes abiertos tales como, *Tubulifloridites antipodica* (Asteraceae), *Graminidites* sp. (Poaceae), *Echiperiporites densiechinatus* (Malvaceae), *Margocolporites vanwijhei* (Fabaceae).

Se destaca para esta localidad el registro palinológico relativamente restringido de la paleocomunidad palustre y la ausencia de bosques de ribera. Sin embargo en Quebrada El Estanque y en otras localidades aledañas (Quebrada de Alfredo y Quebrada del Horno) Herbst *et al.* (1987), Anzótegui (1998) y Anzótegui y Horn (2011) hallaron unas 16 especies de impresiones foliares que permitieron enriquecer la paleocomunidad palustre y dan cuenta de la existencia de bosques de ribera. Entonces la comunidad acuática habría estado vegetada además por *Cabomba* sp., *Mayaca fluviatilis*, y dos especies de *Salvinia*.

Teniendo en cuenta que la mayoría de los taxones actuales afines a las especies que conforman estas paleocomunidades son de origen subtropical, las mismas se habrían desarrollado bajo un clima cálido húmedo con estacionalidad. Los palinomorfos hallados confirman la existencia de una comunidad xerofítica predominantemente herbácea.

### 5.1.2.2. Localidad Río Calchaquí

En Río Calchaquí de acuerdo a las litofacies predominantes, y a diferencia de lo mencionado en la Quebrada El Estanque, los sedimentos corresponden a acumulaciones de canal o intracanal con escaso desarrollo de llanuras inundables (Galli *et al.*, 2011). La vegetación higrófila se habría desarrollado en las cercanías o la vera de los ríos, en tanto la vegetación xerófila en ambientes abiertos del tipo sabana o praderas. Teniendo en cuenta que la mayoría de las especies que conforman estas paleocomunidades son de origen tropical y subtropical, se reafirma el paleoclima inferido para la localidad anterior (clima cálido húmedo con estacionalidad).

## 5.2. Comparaciones

### 5.2.1. Comparación entre las localidades La Cascadita y Río Totoral

A partir del análisis palinofacial, en La Cascadita se distinguen dos tipos de Palinofacies. La Palinofacies Tipo I, se caracteriza por el predominio de fitoclastos semiopacos y opacos equidimensionales, que denotan ambientes altamente oxidantes y de bajo transporte. La materia orgánica amorfa es reducida y está mayormente representada por el tipo granular. La Palinofacies Tipo II, está constituida por fitoclastos bioestructurados, abundante materia orgánica amorfa que indica un ambiente más reductor. Los palinomorfos señalan cuerpos ácueos oxigenados (por la presencia de algas Chlorophyta) y efímeros (por la presencia de colonias simples en estado juvenil de *Botryococcus braunii* Lámina 1 E), seguidos de condiciones de *stress* hídrico (por la presencia de quistes de resistencia de Zygnemataceae Lámina 3 A-F). Estos cuerpos ácueos en el ambiente terrestre, habrían estado rodeados por vegetación xerofítica. Por las características de ambas Palinofacies se infiere que en esta localidad existió un régimen climático semiárido, lo cual coincide con lo expresado por Parra y Morales (2003). No obstante, en la localidad Río Totoral, en base al registro paleontológico de vertebrados, invertebrados dulceacuícolas y por la presencia de vegetación palustre e higrófila (palinomorfos e impresiones), las condiciones ambientales habrían sido localmente más húmedas, con ambientes más propicios para el desarrollo de comunidades vegetales y animales bajo clima cálido con estacionalidad.

En relación a la posición estratigráfica de ambas localidades en la Aloformación Playa del Zorro, se observa que las condiciones climáticas y ambientales se modificaron durante el transcurso del Mioceno Tardío/Plioceno desde cálidas, semiáridas (La Cascadita) a cálidas, localmente húmedas con estacionalidad (Río Totoral).

En el Valle del Cajón, se estima que hacia los 5 Ma comienza la elevación progresiva del bloque de la sierra del Cajón o de Quilmes, que separó parcialmente las mitades occidental (Valle del Cajón) y oriental (Valle de Santa María) de la cuenca. El concomitante aumento del relieve habría provocado condiciones climáticas más áridas y cambios en la dispersión aluvial. Durante el depósito de la Aloformación Playa del Zorro el sistema fluvial se desplazó hacia el sur y sureste, factor que podría haber contribuido a las condiciones más húmedas en Río Totoral (Bossi *et al.*, 1992 y 2000).

### 5.2.2. Comparaciones entre las localidades Quebrada El Estanque y Río Calchaquí

En la Quebrada El Estanque a lo largo de la columna estratigráfica, alternan cíclicamente cuerpos ácueos con condiciones meso- a eutróficas y buena disposición de oxígeno (indicado por la presencia de algas Chlorophyta) con otros que denotan condiciones de *stress* hídrico. Los primeros fueron numerosos y prolongados (por la presencia de colonias ramificadas y con distintos estadios de desarrollo de *Botryococcus braunii*). Los niveles con *stress* hídrico (con cigósporas de Zygnemataceae) están acompañados además por esporomorfos de la vegetación circundante que habría conformado las paleocomunidades palustre, xerofítica y bosque de altura. Por el frecuente registro de helechos y Podocarpáceas se infiere la recuperación de la vegetación terrestre (ver Capítulo IV). En la localidad Río Calchaquí, sin embargo, no se registran integrantes de cuerpos ácueos, y los palinomorfos señalan la existencia de un bosque higrófilo con estrato arbustivo-arbóreo, boques de altura y una paleocomunidad xerófila herbácea con escasos elementos arbustivo-arbóreos. En ambas localidades las paleocomunidades se habrían desarrollado bajo un clima cálido con estacionalidad seca (tal vez más prolongada en Río Calchaquí).

La región de los valles Calchaquíes, durante el depósito de los sedimentos de la Formación Palo Pintado, fue afectada puntualmente por la elevación andina ya que actuó como barrera, impidiendo el paso de los vientos húmedos procedentes del Atlántico a la región intermontana del oeste argentino. Sin embargo en esta área, tanto el análisis sedimentológico como el registro paleontológico, de la Formación Palo Pintado se advierten ciclos o períodos de mayor humedad alternando con otros más secos. (Starck y Anzótegui, 2001).

Las diferencias ambientales entre las dos localidades estudiadas de la Formación Palo Pintado, responderían a los ciclos alternos de mayor humedad y sequedad del ambiente pero también podrían estar relacionados con la posición estratigráfica de ambas. En Río Calchaquí la base de la Formación Palo Pintado limita con la Formación Angastaco (en la que predominaron condiciones de sequedad extrema). Mientras que los niveles analizados de la Quebrada El Estanque, corresponden a la parte media superior de la Formación; sección en la que también se hallaron asociaciones de impresiones de hojas, que indican un mejoramiento climático.

### 5.2.3. Comparaciones entre Aloformación Playa del Zorro y Formación Palo Pintado

En la Tabla 7 se observa que *Glomus* sp. y *Lycoperdon* sp solo se encuentran solamente en la localidad La Cascadita (Aloformación Playa del Zorro), mientras que, comparte las especies de palinomorfos acuáticos (*Botryococcus braunii*, *Ovoidites parvus*, *Ovoidites sprigii* y *Ovoidites grandis*) con la localidad Quebrada El Estanque (Formación Palo Pintado). En la localidad Quebrada El Estanque, *Botryococcus braunii*, las dos especies de *Pediastrum*, *Coelastrum* sp., *Oedogonium* sp. y seis especies de Zygnemataceae, integran asociaciones palinológicas en los distintos niveles que denotan episodios cíclicos de cuerpos ácueos bien oxigenados y meso- a eutróficos, seguidos de condiciones de *stress* hídrico. La presencia de esporas de hongos (*Glomus* sp. y *Lycoperdon* sp.) y la materia orgánica predominante (fitoclastos semiopacos y opacos) en La Cascadita, señalan condiciones oxidantes extremas y un régimen climático semiárido. En cambio en la Quebrada El Estanque la vegetación circundante habría sido más diversa estando compuesta por paleocomunidades palustre, xerófila y bosques de altura, desarrolladas bajo un clima cálido más húmedo con estacionalidad (Tabla 7).

En las localidades Río Totoral (Aloformación Playa del Zorro) y Río Calchaquí (Palo Pintado), no se encuentran elementos de origen acuático. Sin embargo en la primera, existe una especie de briófito (*Reboulisporites fueguensis*) y cuatro especies de monilófitas (*Plicatella* sp. *Murcingulisporis verrucosus*, *Osmundacidites ciliatus*, *Biretisporites crassilabratus*), que indican la presencia de la paleocomunidad palustre. Estos elementos también se encuentran en Quebrada El Estanque. En cuanto a la paleocomunidad xerofítica de la localidad Río Totoral, comparte las especies herbáceas *Tubulifloridites antipodica* y *Chenopodipollis chenopodiaceioides* con la localidad Río Calchaquí, mientras que comparte las especies arbustivo/arbóreas *Echiperiporites densiechinatus* y *Margocolporites vanwijhe* con la localidad Quebrada El Estanque. No obstante esto, las especies xerófilas de Río Calchaquí son más numerosas (*Triorites orbiculatus*, *Striaticolporites gamerroi*, *Arecipites* sp. y *Psilatricolporites* sp.). Solo en esta localidad se encontraron elementos de bosque higrófilo como *Rhoipites baculatus* (Rutaceae) y *Polyadopollenites* sp. (Fabaceae, Mimosoideae). Por otra parte en Río Calchaquí y en Quebrada El Estanque se hallaron elementos de boques de altura, pero de especies diferentes *Alnipollenites verus* y *Podocarpidites marwikii* respectivamente, estos bosques no se hallan claramente representados en la Aloformación Playa del



Zorro. Por último la vegetación de las localidades Río totoral (Aloformación Playa del Zorro), Quebrada El Estanque y Río Calchaquí (Palo Pintado) se habría desarrollado bajo un clima más benigno que en La cascadita, es decir cálido, más húmedo con estacionalidad. El registro permanente de *Chenopodipollis chenopodiaceioides* en las cuatro localidades podría indicar ambientes de suelos salinos sometidos a desecación. (Frederiksen, 1985).

Se debe señalar además, que desde el punto de vista taxonómico *Lycoperdon* sp. (Fungi) y *Spirogyra* sp. cf. *S. scrobiculata* (Zignemataceae) se determinan por primera vez en sedimentos Mio-pliocénicos de Argentina.

Taxón	ALOFORMACIÓN PLAYA DEL ZORRO		FORMACIÓN PALO PINTADO	
	La Cascadita	Río Totoral	Quebrada El Estanque	Río Calchaquí
<i>Glomus</i> sp.	X			
<i>Lycoperdon</i> sp.	X			
<i>Botryococcus braunii</i>	X		X	
<i>Pediastrum</i> sp. cf. <i>P. boryanum</i> var. <i>longicorne</i>			X	
<i>Pediastrum simplex</i>			X	
<i>Coelastrum</i> sp.			X	
<i>Ovoidites sprigii</i>	X		X	
<i>Ovoidites parvus</i>	X		X	
<i>Ovoidites grandis</i>	X		X	
<i>Oedogonium</i> sp. cf. <i>O. cretaceum</i>			X	
<i>Spirogyra</i> cf. <i>S. scrobiculata</i>			X	
<i>Spirogyra</i> sp.			X	
<i>Mougeotia</i> sp. cf. <i>M. laetivirens</i>			X	
<i>Reboulisporites fueguensis</i>		X	X	
<i>Muricingulisporis verrucosus</i>		X	X	
<i>Osmundacidites ciliatus</i>		X	X	
<i>Biretisporites crassilabratus</i>		X	X	
<i>Polypodiaceiosporites tumulatus</i>			X	
<i>Azolla</i> sp.			X	
<i>Equisetosporites</i> sp.	X			X
<i>Podocarpidites marwijkii</i>		X	X	
<i>Graminidites</i> sp.		X	X	
<i>Corsinopollenites exinitenuis</i>			X	
<i>Tubulifloridites antipodica</i>		X	X	X
<i>Chenopodipollis chenopodiaceoides</i>	X	X	X	X
<i>Echiperiporites densiechinatus</i>		X	X	
<i>Margocolporites vanwijhe</i>		X	X	
<i>Peripollenites vivianae</i>			X	
<i>Triorites orbiculatus</i>				X
<i>Rhoipites baculatus</i>				X
<i>Striaticolporites gamerroi</i>				X
<i>Alnipollenites verus</i>				X
<i>Poliadopollenites</i> sp.				X
<i>Arecipites</i> sp.				X
<i>Psilatricolporites</i> sp.				X

**Tabla 7.** Lista de especies de palinomorfos en común entre las localidades estudiadas.

UNIDAD LITOLÓGICA	EDAD	AMBIENTE SEDIMENTARIO	PALEOCLIMA	PALEOCOMUNIDADES
<b>FORMACIÓN PALO PINTADO</b>	10.29±0.11 Ma y 5.27± 0.28 Ma Mioceno Tardío/Plioceno	Sistema fluvial areno-gravoso con desarrollo de llanura de inundación, lagunas y ambiente palustre	Cálido (con estación seca)	Acuática, palustre, halófito-xerófito, higrófila boscosa de altura
<b>ALOFORMACIÓN PLAYA DEL ZORRO</b>	7-3.5 Ma Mioceno Tardío/Plioceno	Facies fluviales de alta sinuosidad, etapas de inundación permanente, formación de lagos y escaso aporte sedimentario	Cálido (con estación seca). Semiárido	Acuática, palustre, halófito-xerófito y xerófila

**Tabla 8.** Tabla comparativa entre el ambiente sedimentario, paleoclima y paleocomunidades de la Aloformación Playa del Zorro y Formación Palo Pintado.

#### 5.2.4. Comparaciones entre las unidades aquí estudiadas y formaciones del oeste de los valles Calchaquíes y de la Cordillera Frontal (Barreda *et al.*, 2007)

En el capítulo I (ítem 1.5.3) se mencionan las características paleoambientales de las unidades geológicas del oeste de los valles Calchaquíes (Formación Anta, Palo Pintado, San José y Chiquimil) y de la Cordillera Frontal (Formaciones Cerro Morado, Del Buey, Pachaco, La Ollita, Chinchas y Pozo los Horcones YPF) (Barreda *et al.*, 2007).

En las tablas 1 y 2 se exponen los géneros y especies fósiles compartidas entre las unidades mencionadas.

#### **Valles Calchaquíes**

Formación Anta (Mioceno Temprano/Medio) provincia de Salta. (Rivero de Dibi *et al.*, 2001; Quattrocchio *et al.*, 2003).

La Formación Anta, a pesar de ser su edad Mioceno Temprano/Medio, presenta estrecha relación con la localidad La Cascadita (Aloformación Playa del Zorro) del Mioceno Tardío/Plioceno, por la escasa preservación de palinomorfos, cuerpos ácueos efímeros, alta representatividad de esporas fúngicas y vegetación xerofítica, relacionados a condiciones ambientales secas. Al mismo tiempo, comparte el registro de

*Podocarpidites marwikii* (integrante de bosques montanos) con las localidades Quebrada El Estanque y Río Totoral.

Formación San José (Mioceno Medio) valle de Santa María, Tucumán. (Mautino 2007, 2010 y 2011, Mautino y Anzótegui 2000a y Mautino *et al.*, 2004) y Formación Chiquimil (Mioceno Tardío), valle de Santa María, Catamarca. (Mautino 2007, 2010 y 2011, Mautino y Anzótegui, 1998, 2000, 2002a y b y Mautino *et al.*, 1997).

La diferencia fundamental que surge entre ellas y las unidades aquí estudiadas es que en las formaciones San José y Chiquimil se hallaron unas 200 especies de palinomorfos, lo que refleja una considerable diversidad vegetal representada en las paleocomunidades acuática, palustre, ribereña, halófila, xerofítica y bosques de altura.

La similitud a destacar entre las Formaciones San José y Chiquimil con la localidad Quebrada El Estanque (Formación Palo Pintado), radica en la alta representatividad de las cigósporas de Zygnemataceae (indicadores de *stress* hídrico) y la recuperación de la vegetación terrestre mediante helechos y podocarpaceas. En este aspecto la relación se torna más estrecha entre esa localidad y la Formación Chiquimil por las oscilaciones mayores en el régimen hídrico (déficit de agua y cuerpos ácueos someros). No obstante esto, en Quebrada El Estanque los episodios cíclicos de asociaciones de algas Chlorophyta (que indican aguas meso- a eutróficas, claras y oxigenadas) y asociaciones de Zygnemataceae + esporomorfos (que revelan episodios de stress) son inéditos en palinofloras miocénicas. Por otro lado, la paleocomunidad xerofítica de sabana herbácea con escasos elementos arbustivo-arbóreos de la localidad Río Calchaquí (Formación Palo Pintado) es semejante a la hallada en la Formación Chiquimil. Por último, el clima en el que se habrían desarrollado las formaciones San José, Chiquimil, y Palo Pintado habría sido cálido con estacionalidad seca.

El escaso registro palinológico en las localidades La Cascadita y Río Totoral de la Aloforamción Playa del Zorro, no permite realizar comparaciones con las formaciones San José y Chiquimil. Por otro lado las condiciones ambientales extremas en la localidad La Cascadita no se reconocen en las formaciones mencionadas.

## **Cordillera Frontal**

Formación Cerro Morado (Mioceno Temprano/Medio), Precordillera, La Rioja. (Barreda *et al.*, 2003).

Formación del Buey (Mioceno Medio), sierra de Famatina, La Rioja. (Barreda *et al.*, 2006). Formación Pachaco (Eoceno Tardío/Mioceno), Precordillera Central, San Juan. (Prámparo *et al.*, 1996).

Formación Chinchas (Mioceno) Cordillera Frontal, San Juan. (Ottone *et al.*, 1998).

Serie del Yeso (Formación La Ollita) (Mioceno Medio), alta Cordillera, Valle del Cura, San Juan. (Barreda *et al.*, 1998).

El denominador común entre ellas y las unidades aquí estudiadas es la baja preservación de palinomorfos (menos de 50 especies) y el registro de vegetación xerofítica abierta con escasos elementos arbóreos. Comparten la presencia de cuerpos ácueos dulceacuícolas efímeros, generalmente con *Pediastrum* spp. y *Botryococcus braunii* con las localidades de La Cascadita y Quebrada El Estanque . Además en las formaciones Chinchas y Pachaco al igual que en Río Calchaquí se hallaron escasos palinomorfos que indican la presencia de bosques de ribera. La localidad Quebrada El Estanque comparte con la mayoría de las formaciones a *Podocarpidites marwickii* como elemento de los bosques de altura.

En general en todas ellas la vegetación se desarrolló bajo un clima cálido con estación seca y tendencia a la aridez.

Se debe mencionar que en las formaciones Chinchas, La Ollita (serie del Yeso) y Cerro Morado se hallaron dinoflagelados por lo que se infiere que el ambiente donde se desarrollaron estas poblaciones fueron lagos salinos, marismas, o cuerpos lacustres con salinidad variable, y no un ambiente marino. Esto último lo indica especialmente la naturaleza dulceacuícola de las especies encontradas.

Pozo YPF.SE. LH.x-2 Los Horcones (Mioceno Medio), Santiago del Estero. (Ottone *et al.*, 2012). Se incluye esta asociación de palinomorfos por su relativa cercanía geográfica, tanto a la Cordillera Frontal como a los Valles Calchaquíes, aunque no queda clara su relación con ellos. Pero por la composición que presenta merece los mismos comentarios expuestos para la Cordillera Frontal.

La palinoflora de la Aloformación Playa del Zorro y de la Formación Palo Pintado, integran la Provincia Paleofitogeográfica Neotropical Neógena propuesta por Barreda *et al.* (2007). Esta palinoflora estuvo integrada principalmente por elementos que en la actualidad se encuentran en las Provincias Fitogeográficas del centro norte de la Argentina (de las Yungas, Paranaense, Chaqueña, del Monte y del Espinal), lo que lleva a reconocer en esta palinoflora los antecesores de las mismas.

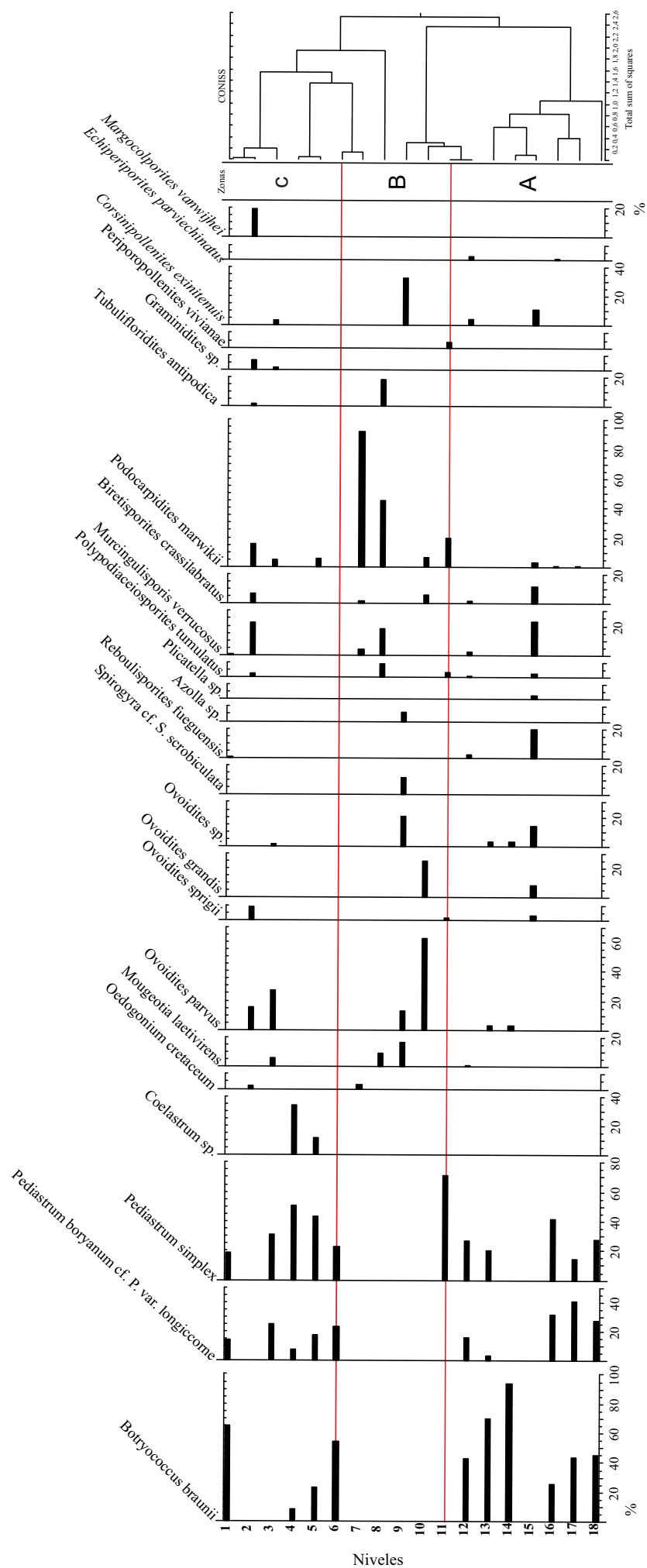


Figura 15. Diagrama polínico de la Formación Palo Pintado, localidad Quebrada El Estanque. 115

Horn, M.Y. *Palinofloras de las formaciones El Morterito y Palo Pintado (Mioceno Superior-Plioceno Inferior), Noroeste de Argentina.*

# **CAPÍTULO VI**

## **CONCLUSIONES**



## VI. CONCLUSIONES

Del estudio de palinológico de la Aloformación Playa del Zorro y Palo Pintado (Mioceno Tardío/Plioceno) se obtuvieron las siguientes conclusiones:

1) La palinoflorahallada está compuesta por 38 taxones fósiles que pertenecen a esporas de hongos, colonias de algas Chlorophyta, cigósporas de Zygnemataceae, esporas de Bryophyta y Moniliophyta, granos de polen de Gnetophyta, Pinophyta y Magnoliophyta.

2) Considerando el hábito y hábitat de las especies actuales afines a los taxones fósiles se han identificado las paleocomunidades acuática, palustre, bosque de ribera, xerofítica y bosques de altura; siendo las paleocomunidades acuática y xerofítica las más significativas.

3) Desde el punto de vista taxonómico, *Lycoperdon* sp. (Fungi) y *Spirogyras crobiculata* (Zygnemataceae) se determinan por primera vez en sedimentos Miopliocénicos de Argentina.

3.a.) El registro permanente de *Chenopodipollis chenopodiaceioides* en las cuatro localidades daría indicio de ambientes con altas concentraciones de sales (halófitos) y sometidos a períodos de desecación.

4) Del espectro palinológico de las paleocomunidades y de las consideraciones paleoambientales se obtuvieron las siguientes conclusiones para cada localidad:

### 4.a.) Aloformación Playa del Zorro

**Localidad La Cascadita.** A partir del análisis palinofacial se distinguen dos tipos de Palinofacies:

Palinofacies Tipo I, se caracteriza por la alta frecuencia relativa de fitoclastos semiopacos y opacos equidimensionales que indican ambientes oxidantes y denotan bajo transporte. La ausencia de granos de polen de Tracheophyta puede deberse a distintos factores como pH alcalino, potencial redox (Eh) relativamente oxidante (quizá temporalmente) y a la intensa actividad biológica.

Palinofacies Tipo II, se caracteriza por las altas frecuencias relativas de palinomorfos y materia orgánica amorfa; a su vez presenta los más bajos valores de fitoclastos. Los fitoclastos traslúcidos bioestructurados están mejor representados por cutículas con alta frecuencia relativa. El ambiente de depositación habría sido más reductor (que la Palinofacies I), temporariamente anóxico y de poca profundidad, dada la presencia de fitoclastos bioestructurados y materia orgánica amorfa bien preservada.

A partir de los palinomorfos se infiere que habrían existido cuerpos ácueos efímeros (por la presencia de colonias simples en estado juvenil de *Botryococcus braunii*) y bien oxigenados, seguidos de condiciones de stress hídrico por la presencia de quistes de resistencia de Zygnemataceae.

En el ambiente terrestre, por la alta representatividad de esporas de hongos (*Glomus* sp. y *Lycoperdon* sp.) y especies de vegetación xerofítica se infiere un régimen climático semiárido.

**Localidad Río Totoral:** por la presencia de vegetación palustre e higrófila (palinomorfos e impresiones) acompañada por el registro de vertebrados e invertebrados dulceacuícolas, las condiciones ambientales habrían sido localmente más húmedas y reductoras, propicias para el desarrollo de comunidades vegetales y animales bajo un clima cálido con estacionalidad.

En relación a la posición estratigráfica de ambas localidades en la Aloformación Playa del Zorro, se observa que las condiciones climáticas y ambientales se modificaron durante el transcurso del Mioceno Tardío/Plioceno desde cálidas, semiáridas (La Cascadita) a cálidas, localmente húmedas con estacionalidad (Río Totoral).

#### **4.b.) Formación Palo Pintado**

**Localidad Quebrada El Estanque:** a lo largo de la columna estratigráfica, alternan cíclicamente cuerpos ácueos con condiciones meso- a eutróficas y buena disposición de oxígeno (indicado por la presencia de algas Chlorophyta) con otros que denotan condiciones de *stress* hídrico. Los primeros habrían sido numerosos y prolongados (por la presencia de colonias ramificadas y con distintos estadios de desarrollo de *Botryococcus braunii*). Los niveles con *stress* hídrico con cigósporas de Zygnemataceae, están acompañados además por esporomorfos de la vegetación circundante que habría conformado las paleocomunidades palustre, xerofítica y bosque de altura. La diversidad de Monilophyta se interpreta como de helechos oportunistas

dado su rol importante en la restitución de la vegetación. De la misma manera, el registro abundante de *Podocarpidites marwickii* en esta asociación, obedecería a la capacidad que muestra la especie actual afín (*Podocarpus parlatorei*) de colonizar sitios abiertos de altura y disturbados.

**Localidad Río Calchaquí:** no se registran integrantes de cuerpos ácueos, y los palinomorfos señalan la existencia de un bosque higrófilo con estrato arbustivo-arbóreo, boques de altura y una paleocomunidad xerófila herbácea con escasos elementos arbustivo-arbóreos.

Las diferencias ambientales entre las localidades de la Formación Palo Pintado, obedecerían a la posición estratigráfica de ambas; Río Calchaquí se encuentra en la base de la Formación Palo Pintado limitando con Formación Angastaco (en la que predominaron condiciones de sequedad extrema), mientras Quebrada El Estanque en la parte medio superior, señalaría un mejoramiento en las condiciones climáticas.

En ambas localidades las paleocomunidades se habrían desarrollado bajo un clima cálido con estacionalidad seca (tal vez más prolongada en Río Calchaquí).

**5)** De la comparación efectuada con las palinofloras de otras formaciones miocénicas de los Valles Calchaquíes y Cordillera Frontal surge que:

**5.a.)** Con las formaciones San José (Mioceno Medio) y Chiquimil (Mioceno Tardío) existe similitud en el registro de las cigósporas de Zygnemataceae que reflejan oscilaciones en el régimen hídrico, (déficit de agua y cuerpos ácueos someros) y por la presencia de elementos de recuperación (helechos y Podocarpáceas). Sin embargo, la diferencia radica en que en estas unidades las asociaciones de algas Chlorophyta presentan baja frecuencia relativa. Por lo que se concluye que los episodios alternos, cíclicos, numerosos y prolongados detectados en la localidad Quebrada El Estanque (Formación Palo Pintado) son inéditos en palinofloras miocénicas.

**5.b.)** La Formación Anta (Mioceno Temprano-Medio) de Salta, presenta estrecha relación con la localidad La Cascadita (Aloformación Playa del Zorro) por la escasa preservación de palinomorfos, cuerpos ácueos efímeros, alta representatividad de esporas fúngicas y vegetación xerofítica, relacionados a condiciones ambientales secas.

**5.c.)** Las formaciones de la Cordillera Frontal comparten en general con las unidades aquí estudiadas, el bajo número de especies fósiles de palinomorfos, la presencia de vegetación xerofítica y condiciones de clima cálido con estación seca y en alguna de ellas con tendencia a la aridez.

**6)** La palinoflora de la Aloformación Playa del Zorro y de la Formación Palo Pintado, integra la Provincia Paleofitogeográfica Neotropical Neógena propuesta por Barreda *et al.* (2007). Esta palinoflora estuvo integrada principalmente por elementos que en la actualidad se encuentran en las Provincias Fitogeográficas del centro norte de la Argentina (de las Yungas, Paranaense, Chaqueña, del Monte y del Espinal), lo que lleva a reconocer en esta palinoflora los antecesores de las mismas.

Horn, M.Y. *Palinofloras de las formaciones El Morterito y Palo Pintado (Mioceno Superior-Plioceno Inferior), Noroeste de Argentina.*

## **CAPÍTULO VII**

# **BIBLIOGRAFÍA**

## BIBLIOGRAFÍA

- Acevedo, T.L., Mautino, L.R., Anzótegui, L.M. y Cuadrado, G.A. 1997. Estudio palinológico de la Formación Palo Pintado (Mioceno superior), Provincia de Salta, Argentina. Parte II: Esporas. *Geociencias*, 2: 112-120.
- Acevedo, L.T., Anzótegui, L.M. y Mautino, L.R. 1998. Análisis palinológico preliminar de la Formación Palo Pintado (Mioceno superior), en Quebrada del Estanque. Salta, Argentina. En: Comunicaciones Científicas y Técnicas UNNE 1998. Resúmenes expandidos, 3: 143-146.
- Amenábar, C.R., Di Pasquo, M., Carrizo, H.A. y Azcuy, C.L. 2006. Palynology of the Chigua (Devonian) and Malimán (Carboniferous) formations in the Volcán Range, San Juan Province, Argentina. Part I. Paleomicroplankton and acavate smooth and ornamented spores. *Ameghiniana*, 43 (2): 339-375.
- Amenábar, C.R., Di Pasquo, M., Carrizo, H.A. y Azcuy, C.L. 2007. Palynology of the Chigua (Devonian) and Malimán (Carboniferous) formations in the Volcán Range, San Juan Province, Argentina. Part II. Cavate, pseudosaccate and cingulizionate spores. *Ameghiniana*, 44 (3): 547-564.
- Anzótegui, L.M. 1998. Hojas de angiospermas de la Formación Palo Pintado, Mioceno superior, Salta, Argentina. Parte 1: Anacardiaceae, Lauraceae y Moraceae. *Ameghiniana*, 35: 25-32.
- Anzótegui, L.M. 2006. Paleofloras del Mioceno en los Valles Calchaqués, Noroeste de Argentina. Tesis Doctoral en Biología. Universidad Nacional del Nordeste, 266 p.
- Anzótegui, L.M. y Garralla, S.S. 1985. Estudio palinológico de la Formación Paraná (Mioceno superior), (Pozo Josefina), Provincia de Santa Fé, Argentina. Parte I: Descripciones sistemáticas. *FACENA* 6: 101-177.

- Anzótegui, L.M. y Garralla, S.S. 1987. Másulas del género *Azolla* Lamark, en la Formación Paraná (Mioceno superior), Argentina .En: 7° Simposio Argentino de Paleobotánica y Palinología 1987. Actas: 113-114.
- Anzótegui, L.M. y Cuadrado, G.A. 1996. Palinología de la Formación Palo Pintado, Mioceno Superior, Provincia de Salta, República Argentina. Parte I: Taxones nuevos. *Revista Española de Micropaleontología*, 28: 77-92.
- Anzótegui, L.M., Garralla, S.S. y Herbst, R. 2007. Fabaceae de la Formación El Morterito, (Mioceno Superior) del valle del Cajón, provincia de Catamarca, Argentina. *Ameghiniana*, 44: 183-196.
- Anzótegui, L.M. y Horn, M.Y. 2011. Megaflora de la Formación Palo Pintado (Mioceno Superior), Salta Argentina. Parte II. *Revista Brasileira de Paleontologia* 14 (3):239-254.
- Archangelsky, S. 1972. Esporas de la Formación Rio Turbio (Eoceno) Provincia de Santa Cruz. *Revista del Museo de La Plata (Nueva Serie) Paleontología*, 6 (39): 65-100.
- Archangelsky, S. 1973. Palinología del Paleoceno de Chubut. Parte 1: Descripciones Sistemáticas. *Ameghiniana*, 10: 339-399.
- Archangelsky, S. y Romero, E.J. 1974. Polen de Gimnospermas (Coníferas) del Cretácico superior y Paleoceno de Patagonia. *Ameghiniana*, 11 (3): 217-234.
- Archangelsky, S. y Archangelsky A. 2010. Revisión taxonómica y estratigráfica de esporas cicatricosas del Cretácico Inferior de Patagonia. 1. Géneros *Appendicisporites* Weyland & Krieger, *Nodosisporites* Deák y *Plicatella* Maljavkina. *Revista Museo Argentino Ciencias Naturales*, n.s., 12 (1): 23-40.
- Archangelsky, S. y Villar de Seoane, L.V. 1994. Estudios palinológicos de la Formación Baqueró (Cretácico), Provincia de Santa Cruz, Argentina. VI. *Ameghiniana* 31: 41-53.

- Baldoni, A.M. 1987. Estudios palinológicos de la de zona Collón Curá, provincia del Neuquén, sobre elementos del Terciario Inferior y redepositados del Cretácico inferior. *Revista Española de Micropaleontología*, 19 (3): 367-411.
- Barreda, V.D. 1989. Palinología estratigráfica de las sedimentitas terciarias del “Patagoniano” en los alrededores de la ciudad de Comodoro Rivadavia provincia de Chubut y Santa Cruz. Tesis Doctoral. Universidad Nacional de Buenos Aires. 361pp.
- Barreda, V.D. 1992. *Murcingulisporis chenquensis*, una nueva especie de espora de Pteridophyta del Terciario de Patagonia, Argentina. *Ameghiniana*, 29(4): 347-351.
- Barreda, V.D. 1997. Palynomorph assemblage of the Chenque Formation, Late Oligocene?-Miocene from Golfo San Jorge Basin, Patagonia, Argentina. Part 3: polycolpate and tricolpate pollen. *Ameghiniana*, 34 (2): 131-144.
- Barreda, V.D. 1997a. Palynomorph assemblage of the Chenque Formation, Late Oligocene?-Miocene from Golfo San Jorge Basin, Patagonia, Argentina. Part 4: polycolpate and porate pollen. *Ameghiniana*, 34 (2): 145-154.
- Barreda, V.D. 1997b. Palinoestratigrafía de la Formación San Julián en el área de Playa la Mina (provincia de Santa Cruz), Oligoceno de la cuenca Austral. *Ameghiniana*, 34 (3): 283-294.
- Barreda, V.D. 1997c. Palynomorph assemblage of the Chenque Formation, Late Oligocene?-Miocene from Golfo San Jorge Basin, Patagonia, Argentina. Part 1: terrestrial algae, trilete and monolete spores. *Ameghiniana*, 34 (1): 69-80.
- Barreda, V.D. 1997d. Palynomorph assemblage of the Chenque Formation, Late Oligocene?-Miocene from Golfo San Jorge Basin, Patagonia, Argentina. Part 2: gymnosperm and colpate pollen. *Ameghiniana*, 34 (1): 81-92.



- Barreda, V.D. y Caccavari, M. 1992. Mimosoideae (Leguminosae) occurrences in the Early Miocene of Patagonia (Argentina). *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 94: 243-252.
- Barreda, V., Gutierrez, P.R. y Limarino, O. 1998. Edad y ambiente de la Serie del Yeso, Valle del Cura, provincia de San Juan. *Ameghiniana* 35: 321-335.
- Barreda, V.D., Limarino, C., Fauqué, L., Tripaldi, A. y Net, L. 2003. Primer registro palinológico del miembro inferior de la Formación Cerro Morado (Mioceno), Precordillera de La Rioja. *Ameghiniana*, 40: 81-88.
- Barreda, V.D., Ottone, E.G., Dávila, F.M. y Astini, R.A. 2006. Edad y paleoambiente de la Formación del Buey (Mioceno), sierra de Famatina, La Rioja, Argentina: evidencias sedimentológicas y palinológicas. *Ameghiniana*, 43: 215-226.
- Barreda, V. Anzótegui, L.M., Prieto, A.R., Aceñolaza, P., Bianchi, M.M. Borromei, A.M., Brea, M., Caccavari, M., Cuadrado, G.A., Garralla, S., Grill, S.G.; Guerstein, R., Lutz, A.I., Mancini, M.V., Mautino, L.R., Ottone, E.G., Quattrocchio, M, Romero, E.J., Zamaloa, M.C. y Zucol, A. 2007. Diversificación y cambios de las Angiospermas durante el Neógeno en Argentina, en Archangelsky S., Sanchez, T., Tonni, E. (eds.). Asociación Paleontológica Argentina, Publicación Especial, *Ameghiniana* 50° Aniversario, 11: 173-191.
- Batten, D.J. 1996. Playnofacies and palaeoenvironmental interpretations. In *Palynology: Principles and applications* (Jansonius, J.; McGregor, D.C; Eds.). *American Association of Stratigraphic Palynologists Foundation*. 3: 1011-1064.
- Becerra, A.G., Arrigo, N.M., Bartolini, N., Domínguez, L.S. y Cofré, M.N. 2007. Arbuscular mycorrhizal colonization of *Alnus acuminata* Kunyh in northwestern Argentina in relation to season and soil parameters. *Suelo (Argentina)*, 25 (1): 7-13.

- Beri, A., Gutiérrez, P.R., Cernuschi, F. y Balarino, M.L. 2009. Palinología del Pérmico Inferior en la perforación DCLS-24 (Formación San Gregorio), departamento de Cerro Lago, Uruguay. Parte I: esporas, algas, prasinofitas y acritarcas. *Ameghiniana*, 43 (1): 227-244.
- Beri, A., Cernuschi, F. y Martínez-Blanco, X. 2011. Palinology of the San Gregorio and Melo Formations in Borehole 254 (dinamige), Late Paleozoic, Paraná Basin, Uruguay. *Ameghiniana*, 48 (3): 480-495.
- Blendinger, P.G. 2006. El pino del cerro (*Podocarpus parlatorei*) como modelo de estudio para la conservación, ecología y biogeografía de los bosques montanos nublados de las yungas. *LIEY Ecología Subtropical*, Laboratorio de investigaciones ecológicas de las Yungas, Facultad de Ciencias Naturales e Instituto Miguel Lillo Universidad Nacional de Tucumán.
- Bohns Meyer, K.E., Mendoza Filho, J.G., Ashraf, A.R., De Souza, P.A. y Reichhart, K. 2005. Análise de palinofácies em sedimentos holocenos da Lagoa Dos Quadros, Rio Grande Do Sul, Brasil. *Revista Brasileira de Paleontologia*, 8 (1): 57-72.
- Bohns Meyer, K.E., De Souza, P.A., Cwik, M.R., Rego Menendez, T. y Sekiguchi Buchmann, F. 2006. Palinofácies e processos deposicionais em sedimentos de fundo da lagoa dos quadros, planície costeira do Rio Grande Do Sul, Brasil. *Revista Brasileira de Geociências*, 36 (4): 569-576.
- Bona, P., Starck, D., Galli, C.I., Gasparini, Z. y Reguero, M. 2011. Registro de *Caiman* cf. *C. latirostris* (*Alligatoridae*, *Caimaninae*) en el Mioceno tardío en el Noroeste Argentino. En: Reunión anual de comunicaciones de la Asociación Paleontológica Argentina y ciclo de conferencias: “Vida y obra de Florentino Ameghino” 2011. Libro de Resúmenes p.20.
- Borel, C.M. 2007. Algas no silíceas y acritarcos de depósitos costeros holocenos en el arroyo La Ballenera, Buenos Aires, Argentina. *Ameghiniana*, 44 (2): 359-366.

- Borel, C.M., Guerstein, G.R. y Prieto, A.R. 2003. Palinomorfos acuáticos (algas y acritarcos) del Holoceno de la laguna Hinojales (Buenos Aires, Argentina): interpretación paleoecológica. *Ameghiniana*, 40 (4): 531-544.
- Bossi, G.E., Muruaga, C.M., Sanagua, J.G., Hernando, A., Quiroga, G., Ahumada, A.L. y Gavriloff, I. 1992. Aloestratigrafía del Neógeno del valle del Cajón (provincia de Catamarca). En: 4° Reunión argentina de sedimentología 1992. Actas III: 137-144.
- Bossi, E.G., Muruaga, C.M., Sanagua, J.G., Hernando, A., y Ahumada, A. L. 1993. Geología y estratigrafía de la cuenca neógena de Santa María-Hualfin (Depto. Santa María y Belén), Provincia de Catamarca. En: 11° Congreso argentino y 2° Congreso de exploración de hidrocarburos, Argentina 1993. Actas II: 156-165.
- Bossi, G.E., Vides, M.E., Georgieff, S.M., Muruaga, C.M. e Ibáñez, L.M. 2000. Análisis de las paleocorrientes y de la varianza de los componentes a tres niveles, Neógeno del valle del Cajón, Catamarca, Argentina. *Revista de la Asociación Argentina de Sedimentología*, 7: 23-47.
- Cabral, E.L. y Castro, M. 2007. Palmeras argentinas guía para el reconocimiento. *Literature of Latin America (L.O.L.A)*, Buenos Aires, Argentina.
- Cabrera, A.L. 1976. Regiones Fitogeográficas Argentinas. Fascículo 1. *Enciclopedia Argentina de Agricultura y jardinería*. ACME 85 pp.
- Caccavari, M. y Anzótegui, L.M. 1987. Polen de Mimosoideae (Leguminosae) de la Formación Ituzaingó, Plioceno Superior de Corrientes, Argentina. En: 6° Congreso Latinoamericano de Paleontología 1987. Actas: 443-458.
- Christenhusz, M.J.M., Reveal, J.L., Farjon, A., Gardner, M.F., Mill, R.R. y Chase, M.W. 2011. A new classification and linear sequence of extant gymnosperms. *Phytotaxa*, 19: 55–70.

- Comité Argentino de Estratigrafía 1992. Código Argentino de Estratigrafía. Serie B (didáctica y complementaria) N° 20, Asociación Geológica Argentina.
- Cornou, M.E., Martinez, M.A., Quattrocchio, M.E. y Asensio, M.A. 2012. Estudio palinológico de esporas de la Formación Salto del Macho, Paleógeno de la Cuenca de Ñirihuau, Argentina. *Ameghiniana*, 49 (1): 26-37.
- Couper, R.A. 1958. British Mesozoic microspores and pollen grains. A systematic and stratigraphic study. *Palaeontographica B*, 103: 75-179.
- Coutand I., Carrapa, B., Deeken, A., Schmitt, A., Sobel, E. y Strecker, M. 2006. Propagation of orographic barriers along an active range front: Insights from sandstone petrography and detrital apatite fission-track thermochronology in the intramontane Angastaco basin, NW Argentina: *Basin Research*, 18 (1): 1-26.
- Cronquist, A. 1981. An Integrated System of Classification of Flowering Plants. Columbia University Press. 1262pp.
- Di Pasquo, M, Azcuy, C.L. y Souza, P.A. 2003. Palinología del Carbonífero Superior del Subgrupo Itararé en Itaporanga, Cuenca Paraná, Estado de São Paulo, Brasil. Parte 1: sistemática de esporas y paleofitoplancton. *Ameghiniana*, 40 (3): 277-296.
- Díaz, J.I. 1985. Análisis estratigráfico del Grupo Payogastilla, Terciario Superior del Valle Calchaquí, provincia de Salta, República Argentina. En: 4° Congreso geológico Chileno: Antofagasta 1985. Actas 211-234.
- Díaz, J.I. 1987. *Estratigrafía y sedimentología del Terciario Superior de la región comprendida entre los valles de los ríos Calchaquí y Guachipas, Provincia de Salta*. Tesis. Universidad Nacional de Tucumán.
- Díaz, J.I. y Malizzia, D.C. 1983. Estudio Geológico y sedimentológico del Terciario Superior del Valle Calchaquí (departamento de San Carlos, Salta). *Boletín Sedimentológico*, 2(1): 8-21.

- Díaz, J.I., Malizzia, C.D. y Bossi, G. 1987. Análisis estratigráfico del Grupo Payogastilla. En: 10° Congreso Geológico Argentina 1987. Actas II: 113-116.
- Dos Santos, D.B., Garcia, M.J., Saad, R.A. y Bistrichi, C.A. 2010. Palinoestratigrafía da Formação Itaquaquecetuba, Bacia de São Paulo, Brasil. *Revista Brasileira de Paleontologia*, 13 (3): 205-220.
- Elsik, W.C. 1976. Microscopic fungal remains and Cenozoic palynostratigraphy. *Geoscience and Man*, 15: 115-120.
- Espinoza, Y. y Gutiérrez, R. 2003. Variabilidad infraespecífica de *Azolla filiculoides*, colectadas en la zona centro-occidental de Venezuela. *Revista de la Facultad de Agronomía, Caracas* 20 (2): 10-22.
- Esteban, G.I. y Nasif, N.L. 1996. Nuevos Dasypodidae (Mammalia, Xenarthra) del Mioceno Tradío del Valle del Cajón, Catamarca, Argentina. *Ameghiniana*, 33 (3): 327-334.
- Frederiksen, N.O. 1980. Sporomorphs from the Jackson Group (upper Eocene) and adjacent strata of Mississippi and western Alabama. U.S. *Geological Survey Professional Paper* 1084: 1-75.
- Frederiksen, N.O. 1985. Review of Early Tertiary sporomorph paleoecology. *American Association of Stratigraphic Palynologist, Contribution Series* 15: 1-92.
- Fúster Casas, J.M. 2000. Vulcanismo y cambio climático. En: Horizontes culturales, las fronteras de la ciencia 1998. Editorial Espasa Calpe ISBN 84-239-1776-2, pp 115-128.
- Galli, C.I., Ramírez, A., Barrientos, C., Reynolds, J., Viramonte, J.G. y Idleman, B. 2008. Estudio de proveniencia de los depósitos del Grupo Payogastilla (Mioceno Medio-Superior) aflorantes en el río Calchaquí, provincia de Salta, Argentina. En: 17° Congreso Geológico Argentino 2008. Actas I: 353-354.

- Galli, C., Anzótegui, L.M., Horn, M.Y. y Morton, L.S. 2011. Paleoambiente y Paleocomunidades de la Formación Palo Pintado (Mioceno-Plioceno), provincia de Salta, Argentina. *Revista Mexicana de Ciencias Geológicas*, 28 (1): 161-164.
- Garcia, M.J. 1994. Palinología de turfeiras quaternárias do médio Vale do Río Paraíba do sul, Estado de São Paulo. Tesis Doctoral en Geología Sedimentaria. Universidad de San Pablo Instituto de Geociencias, 354 pp.
- Garralla, S.S. 2003. Estudio palinológico en secuencias sedimentarias turbosas del Holoceno de los Valles Calchaquíes, Argentina. Tesis Doctoral en Biología. Universidad Nacional del Nordeste, 219 pp.
- Germeraad, J.H., Hopping, C.A. y Muller, J. 1968. Palynology of Tertiary sediments from tropical areas. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 6: 189-348.
- Georgieff, S.M., Sosa Gómez, J. y Schiuma, M. 2012. Análisis estratigráfico-estructural del neógeno de Catamarca, Tucumán, Salta y Santiago del Estero. En: I Simposio del Mioceno-Pleistoceno del Centro y Norte de Argentina, 2012. Libro de Resúmenes, p.21.
- Graham, A. 2013. Catalog and literature guide for Cretaceous and Cenozoic vascular plants of the New World. *Missouri Botanical Garden*, 224pp.
- Grenfell, H.R. 1995. Probable fossil Zygnematacean algal spore genera. *Review of Paleobotany and Palynology*, 84: 201-220.
- Grill, S.C. y Lamberto, S. 2006. Análisis palinofacial de sedimentos actuales en la cuenca inferior del río Quequén Salado, provincia de Buenos Aires. Argentina. Primeros resultados. *Revista Española de Micropaleontología*, 38 (1): 77-92.
- Grill, S.C. y Morrás, H.J.M. 2010. Análisis palinofacial de sedimentos del Cenozoico tardío en la Pampa Ondulada (Argentina): primeros resultados. *Revista Brasileira de Paleontología*, 13 (3): 221-232.

- Grimm, E. 1991. Tilia Software. Illinois State Museum. Research and Collection Center Springfield Illinois.
- Guerstein, G.R. 1990. Palinología estratigráfica del Terciario de la Cuenca el Colorado, República Argentina. Parte III: estudio sistemático y estadístico de la perforación Puerto Belgrano N° 20. *Revista Española de Micropaleontología*, 3: 459-480.
- Guler, M.V., Guerstein, G.R. y Quattrocchio, M.E. 2001. Palinología del Neógeno de la perforación Cx-1, Cuenca del Colorado, Argentina. *Revista Española de Micropaleontología*, 33 (2): 183-204.
- Guler, M.V., Guerstein, G.R. y Malumián, N. 2002. Bioestratigrafía de la Formación Barranca Final, Neógeno de la Cuenca del Colorado, Argentina. *Ameghiniana*, 39 (1): 103-110.
- Guy-Ohlson, D. 1992. *Botryococcus* as an aid in the interpretation of paleoenvironment and depositional processes. *Review of Paleobotany and Palynology*, 71: 1-15.
- Herbst, R., Anzótegui, L.M. y Jalfin, G. 1987. Estratigrafía, paleoambientes y dos especies de *Salvinia* Adanson (Filicopsida) del Mioceno Superior de Salta, Argentina. *FACENA* 7: 15-42.
- Heredia, M.E., Paez, M.M., Guerstein, G.R., y Parras, A. 2012. Palinología del Miembro Gran Bajo de la Formación San Julián (Oligoceno Tardío) en su localidad tipo, Santa Cruz, Argentina: consideraciones paleoambientales. *Ameghiniana*, 49 (4): 473-496.
- Honrubia, M. 2009. Las micorrizas: una relación planta-hongo que dura más de 400 millones de años. *Anales del Jardín Botánico de Madrid*, 66: 133-144.
- Horn, M.Y., Adami Rodrigues, K. y Anzótegui, L.M. 2011. Primeras evidencias de interacción insecto-planta en las Formaciones San José y Palo Pintado (Mioceno

- Medio a Superior), Noroeste de Argentina. *Revista Brasileira de Paleontología*, 14 (1): 87-92.
- Horn, M. Y., Mautino L. R., Galli, C.I. y Anzótegui, L. M. 2011. Palinomorfos de la Formación Palo Pintado (Mioceno Superior), en la localidad Río Calchaquí, Salta Argentina. En: Comunicaciones Científicas y Tecnológicas UNNE 2011. CB-027 ([www.unne.edu.ar](http://www.unne.edu.ar)).
- Horn, M.Y., Galli, C.I., Mautino, L.R. y Anzótegui, L.M. 2011. Palinología y litofacies de la Formación Palo Pintado (Mioceno Superior), en las localidades Río Calchaquí y Quebrada El Estanque, Salta Argentina”. En: Reunión anual de comunicaciones de la Asociación Argentina de Paleontológica Argentina 2011. Libro de resúmenes p. 36.
- Hooghiemstra, H. 1984. Vegetational and Climatic History of the High Plain of Bogotá, Colombia: a continuous record of the last 3,5 million years. *Dissertationes Botanicae* 79: 1-368.
- Hunziker, J.H. y Novara, L.J. 1998. Flora del Valle de Lerma. Ephedraceae Dumort. Aportes botánicos de salta. Herbario MCNS Facultad de Ciencias Naturales Universidad Nacional de Salta, 5 (6): 1-17.
- Jankovská, V. y Komárek, J. 2000. Indicative value of *Pediastrum* and other Coccal green algae in paleoecology. *Folia Geobotanica*, 35: 59-82.
- Jarzen, D.M. y Elsik, W.C. 1986. Fungal palynomorphs recovered from recent river deposits, Luangwa Valley, Zambia. *Palynology*, 10: 35-60.
- Juárez, F. C. 1994. Flora del Valle de Lerma. Rutaceae Juss. Aportes botánicos de salta. Herbario MCNS Facultad de Ciencias Naturales Universidad Nacional de Salta, 2. (24): 1-11.



- Juárez, F.C. y Novara, L.J. 2005. Flora del Valle de Lerma. Fabaceae Lindl. Tribu 3. Caesalpinieae Benth. Aportes botánicos de salta. Herbario MCNS Facultad de Ciencias Naturales Universidad Nacional de Salta, 7 (10): 1-27.
- Juárez, F.C. y Novara, L.J. 2007. Flora del Valle de Lerma. Anacardiaceae Lindl. Aportes botánicos de salta. Herbario MCNS Facultad de Ciencias Naturales Universidad Nacional de Salta, 8 (6): 1-35.
- Krapovickas y Tolaba, 2008. Flora del Valle de Lerma. Malvaceae Juss. Aportes Botánicos de Salta. Herbario MCNS Facultad de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Salta, 8 (12): 1-136.
- Katinas, L., Gutiérrez, D.G, Grossi, M.A y Crisci, J.V. 2007. Panorama de la familia Asteraceae (= Compositae) en la República Argentina. *Revista de la Sociedad Argentina de Botánica*, 42 (1-2): 113-129.
- Kendrick, B. 2000. The Fifth Kingdom. Third edition. Eds.: Focus Publishing, R. Pullins Company, Newburyport USA. 371pp.
- Kiesling, R., Saravia, M., Oakley, L., Muruaga, N., Metzing, D. y Novara, L. 2011. Flora del Valle de Lerma. Cactaceae Juss. Aportes botánicos de salta. Herbario MCNS Facultad de Ciencias Naturales Universidad Nacional de Salta, 10 (7): 1-142.
- Llorens, M. 2005. Palinología de la Formación Punta del Barco, Cretácico Inferior de Santa Cruz. Tesis Doctoral en Ciencias Naturales. Universidad Nacional de La Plata, 208 pp.
- Lorente, M.A. 1986. Palynology and Palynofacies of the Upper Tertiary in Venezuela. *Dissertationes Botanicae*. Berlin, J. Cramer, 222 pp.
- Martínez, L.B. y Pugnaire, F.I. 2009. Interacciones entre las comunidades de hongos formadores de micorrizas arbusculares y de las plantas. Algunos ejemplos en los ecosistemas semiáridos. *Ecosistemas*, 18 (4): 44-54.

- Martínez, L. C. A y Lutz, A. I. 2007. Nuevo género y especie de liana del Mioceno Superior (Formación Palo Pintado), provincia de Salta, Argentina. *Ameghiniana*, 44: 205-213.
- Martínez, M.A. 2002. Palynological zonation of the Las Lajas Formation (Middle Jurassic) of the Neuquén Basin, Argentina. *Ameghiniana*, 39 (2): 221-240.
- Martínez, M.A., Quattrocchio, M.E. y Prámparo, M.B. 2005. Análisis palinológico de la Formación Los Molles, Grupo Cuyo, Jurásico medio de la cuenca Neuquina, Argentina. *Ameghiniana*, 42 (1): 67-92.
- Martínez, M.A., Ferrer, N. y Asencio, M. 2008. Primer registro de algas dulceacuícolas del Paleógeno de l Cuenca de Ñirihuau, Argentina: descripciones sistemáticas y análisis palinofacial. *Ameghiniana*, 45 (4): 719-735.
- Mautino, L.R. 2006. Primer registro del polen de Justicia L. (Acanthaceae) en el Terciario de Argentina. En: 13° Simposio Argentino de Paleobotánica y Palinología, Bahía Blanca. Resúmenes: 77.
- Mautino, L.R. 2006a. Análisis cuantitativo de las palinofloras de las formaciones San José y Chiquimil (Mioceno Medio y Superior) noroeste de Argentina. En: 9° Congreso Argentino de Paleontología y Bioestratigrafía. Córdoba. Argentina.
- Mautino, L.R. 2007. Chlorophyta de los Valles Calchaquies (Mioceno Medio y Superior), Argentina. *Revista Española de Micropaleontología*, 39 (1-2): 81-102.
- Mautino, L.R. 2010. Palinofloras de las Formaciones San José y Chiquimil (Mioceno Medio y Superior), Noroeste de Argentina. Tesis Doctoral en Biología. Universidad Nacional del Nordeste, 444 pp.

- Mautino, L.R. 2011. Nuevas especies de la formaciones San José y Chiquimil (Mioceno Medio y Superior), Noroeste de la Argentina. *Revista Brasileira de Paleontología*, 14(3): 279-290.
- Mautino, L.R. y Anzótegui, L.M. 1998. Palinología de la Formación Chiquimil (Mioceno superior) Localidad Vallecito, Provincia de Catamarca. Parte 1: Especies Nuevas. *Ameghiniana* 35 (2): 227-233.
- Mautino, L.R. y Anzótegui, L.M. 2000. Esporas del Mioceno y retrabajadas del Mesozoico en la Formación Chiquimil, Vallecito, Provincia de Catamarca. *Ameghiniana*, 37: 13-22.
- Mautino, L.R. y Anzótegui, L.M. 2000a. Análisis palinológico preliminar de la Formación San José, Mioceno Medio, provincia de Tucumán Argentina. En: Comunicaciones Científicas y Tecnológicas UNNE 2000. Resumen expandido. ([www.unne.edu.ar](http://www.unne.edu.ar)).
- Mautino, L.R. y Anzótegui, L.M. 2002. Palinología de la Formación San José, Mioceno Medio, en la provincia de Tucumán (Argentina). En: 8º Congreso Argentino de Paleontología y Bioestratigrafía, 2002. Libro de Resúmenes p. 27.
- Mautino, L.R. y Anzótegui, L.M. 2002a. Palinología de la Formación Chiquimil (Mioceno Superior) Vallecito, provincia de Catamarca. Parte 2. Polen. *Ameghiniana*, 39: 257-270.
- Mautino L.R. y Anzótegui L.M. 2002b. Palinología de la Formación Chiquimil (Mioceno Superior), Vallecito, provincia de Catamarca. Parte III. Polen. *Ameghiniana*, 39: 271-284.
- Mautino, L.R., Cuadrado, G.A. y Anzótegui, L.M. 2004. Diversidad y significado evolutivo del polen de Malvaceae (Mioceno Medio) en la Formación San José, Tucumán, Argentina. *Revista Española de Micropaleontología*, 36: 467-483.

- Miola, A., Faravetto, S., Sostizzo, I., Valentini, G. y Asioli, A. 2010. Holocene salt marsh plant communities in the North Adriatic coastal plain (Italy) as reflected by pollen, non-pollen palynomorphs and plant macrofossil analyses. *Vegetation History Archaeobotany*, 19: 513-529.
- Miserendino Fuentes, A. y Díaz, J.I. 1988. Nuevas consideraciones sobre la edad y correlaciones del grupo Payogastilla (Terciario superior, provincia de Salta, Argentina). En: 5° Congreso Geológico Chileno, 1988. Actas II: 69-86.
- Morton, L.S. 1992. Bivalvos dulceacuícolas de la Formación Palo Pintado (Mioceno Tardío) del valle Calchaquí. *FACENA*, 9: 77-91.
- Morton, L.S. 2004. Taxonomía y Paleoecología de la malacofauna (Bivalvia-Gastropoda) dulceacuícola del Neógeno, en los valles de Santa María y del Cajón, Catamarca y Tucumán, Argentina. Tesis Doctoral en Biología. Universidad Nacional del Nordeste, 134 pp.
- Morton, L.S. y Herbst, R. 2012. Moluscos fósiles continentals (Bivalvia-Gastrópoda) del NOA Y NEA de Argentina. En: 1° Simposio del Mioceno-Pleistoceno del Centro y Norte de Argentina, 2012. Libro de Resúmenes 26.
- Musotto, L.L, Bianchinotti, M.V. y Borromei, A.M. 2012. Pollen and fungal remains as environmental indicators in surface sediments of Isla Grande de Tierra Del Fuego, southernmost Patagonia. *Palynology*, 36 (2): 162.
- Náñez, C., Quattrocchio, M.E. y Ruiz, L. 2009. Palinología y micropaleontología de las Formaciones San Julián y Monte León (Oligoceno-Mioceno temprano) en el subsuelo de cabo Curioso, provincia de Santa Cruz, Argentina. *Ameghiniana*, 46 (4): 669-693.
- Novara, L.J. 2009. Flora del valle de Lerma, Celtidaceae Link. Aportes botánicos de Salta. Herbario MCNS Facultad de Ciencias Naturales Universidad Nacional de Salta, 9 (4): 1-6.

- Novara, L.J. 1993. Flora del valle de Lerma, Podocarpaceae Endl. Aportes botánicos de salta. Herbario MCNS Facultad de Ciencias Naturales Universidad Nacional de Salta, 1 (26): 1-24.
- Novara, L.J., Barboza, G.E., Bernardello, G., Cocucci, A.A. y Matesevach, M. 2010. Flora del Valle de Lerma. Solanaceae A.L.Juss. Aportes Botánicos de Salta. Herbario MCNS Facultad de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Salta, 10 (3): 1-254.
- Núñez, V. 1991. Flora del Valle de Lerma. Betulaceae S.F. Gray. Aportes botánicos de salta. Herbario MCNS Facultad de Ciencias Naturales Universidad Nacional de Salta, 1(2): 1-8.
- Ottone, E.G., Barreda, V.D y Perez, D.E. 1998. Basin evolution as reflected by Miocene Palynomorphs from the Chiches Formation, Frontal Cordillera (32°S), San Juan Province, Argentina. *Revista Española de Micropaleontología*, 30: 35-47.
- Ottone, E.G., Mancuso, A.C., Resano, M. 2005. Miospores and chlorococcalean algae from the Los Rastros Formation, Middle to Upper Triassic of central-western Argentina. *Ameghiniana*, 42 (2): 347-362.
- Palazzesi, L. y Barreda, V. 2004. Primer registro palinológico de la Formación Puerto Madryn, Mioceno de la provincia del Chubut, Argentina. *Ameghiniana*, 41 (3): 355-362.
- Papu, O.H. 1990. Contribución a la palinología estratigráfica de la Formación Malargüe, Cretácico superior, Sur de la provincia de Mendoza, Argentina. Parte I: especies terrestres y de aguas continentales. *Ameghiniana*, 27 (3-4): 289-303.
- Parra, L.E. y Morales, J.A. 2006. Descripción e interpretación de la columna estratigráfica tipo de la serie vulcano-sedimentaria neógena del Valle del Cajón (Catamarca, Argentina). *Geogaceta*, 55-58.

- Pocknall, D.T. 1982. Palynology of late Oligocene Pomahaka Estuarine Bed sediments, Waikoikoi, Southland, New Zealand. *New Zealand Journal of Botany*, 20: 263-287.
- Prámparo, M., Papú, O. y Milana, J.P. 1995. Estudio palinológico del miembro inferior de la Formación Pachaco, Terciario de la Provincia de San Juan. Análisis estadístico y conclusiones paleoecológicas. En: 6º Congreso Argentino de Paleontología y Bioestratigrafía, Actas I: 207-212.
- Prámparo M., Papú, O. y Milana, J.P. 1996. Estudio palinológico del miembro inferior de la Formación Pachaco, Terciario de la Provincia de San Juan. Descripciones sistemáticas. *Ameghiniana*, 33: 397-407.
- Prámparo, M.B, Ballent, S.C., Gallego, O.F. y Milana, J.P. 2005. Paleontología de la Formación Lagarcito (Cretácico inferior) en la provincia de San Juan, Argentina. *Ameghiniana*, 42 (1): 93-114.
- Potonié, R. 1931. Zur mikroskopie der Braunkohlen. 4. Tertiäre Sporen und blütenstavbformen (Vierte Mitteilng). *Braunkhle* 30: 554-556.
- Potonié, R. 1956. Synopsis der Gattungen der Sporaes Dispersae. 1 Teil: Sporites *Beih.Geol.Jb.* 23:1-103.
- Potonié, R. 1958. Synopsis der Gattungen der Sporaes Dispersae. 2 Teil: Sporites, Saccites, Aletes, Praecolpates, Polyplicates, Monocolpates. *Beih.Geol.Jb.* 31: 1-114.
- Potonié, R. 1960. Synopsis der Gattungen der Sporaes Dispersae. 3. Teil: Nachträge Sporites, Fortsetzung Pollenites. *Beihefte zum Geologischen Jahrbuch* 39: 1-189.
- Quattrocchio, M. 1978. Datos paleoecológicos y paleoclimáticos de la Formación Lumbra (Grupo Salta). *Ameghiniana*, 15 (1-2): 173-181.

- Quattrocchio, M. y Volkheimer, W. 1988. Microflora de los estratos limítrofes entre Cretácico y Terciario en las localidades de Tilian y Corralito, Cuenca del Grupo Salta. Descripciones sistemáticas. En: 4° Congreso Argentino de Paleontología y Bioestratigrafía 1986. Actas III: 109-120.
- Quattrocchio, M. y Del Papa, C. 2000. Paleoambiente de la secuencia Maíz Gordo (¿Paleoceno tardío-Eoceno temprano?), Arroyo Las Tortugas, Cuenca del Grupo Salta (NO Argentina). Palinología y Sedimentología. *Revista Española de Micropaleontología*, 15 (1): 57-70.
- Quattrocchio, M., Marquillas, R. y Volkheimer, W. 1988. Palinología, paleoambientes y edad de la Formación Tunal Cuenca del Grupo Salta (Cretácico-Eoceno), República Argentina. En: 4° Congreso Argentino de Paleontología y Bioestratigrafía 1986. Actas III: 95-106.
- Quattrocchio, M., Durango de Cabrera, J y Galli, C. 2003. Formación Anta (Miocenotemprano/Medio), subgrupo Metán (Grupo Orán), en el río Piedras, Provincia de Salta. Datos palinológicos. *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, 58: 117-127.
- Quattrocchio, M.E, Martínez, M.A., Asensio, M.A., Cornou, M.E. y Olivera, D.E. 2012. Palinology of El Foyel Group (Paleogene), Ñirihuau Basin, Argentina. *Revista Brasileira de Paleontologia*, 15 (1): 67-84.
- Rivero de Dibi, L., Rodríguez de Sarmiento, M y Durango de Cabrera, J. 2001. Esporas de hongos de la Formación Anta (Grupo Orán) Mioceno Medio, provincia de Salta, Argentina. *Acta Geológica Lilloana*, 18: 257-264.
- Rodríguez Amenábar, C. y Ottone, E.G. 2003. La aplicación de *Botryococcus* (Chlorococcales) como indicador paleoambiental en el Triásico de Argentina. *Revista Española de Micropaleontología*, 35 (2): 161-169.

- Romero, R.A., y Sánchez, A.C. 2008. Flora del Valle de Lerma. Onagraceae Juss. (=Oenotheraceae Warm.). Aportes botánicos de Salta. Herbario MCNS Facultad de Ciencias Naturales Universidad Nacional de Salta, 8 (13): 1-48.
- Sangheon, Y. 1997. Zygnematacean zygospores and other freshwater algae from the Upper Cretaceous of the Yellow Sea Basin, southwest coast of Korea. *Cretaceous Research*. 18: 515-544.
- Sah, S. C. D. 1967. Palynology of an Upper Neogene Profile from Rusizi Valley (Burundi) Annales du Musée Royal de l'Afrique Centrale. Sciences Geologiques 57: 1-173.
- Simpson, M.G. 2006. Plant Systematics. Elsevier Inc. London. 603pp.
- Smith, A.R., Pryer, K.M., Schuettpelz, E., Korall, P., Schneider, H. y Wolf, P.G. 2006. A classification for extant ferns. *Taxon*, 55: 705-731.
- Solaiman, A. y Naz, S. 2011. Taxonomic assessment of Zygnemataceae Bangladesh perspective. *Journal of Biodiversity and Environmental Sciences*, 1 (6): 165-173.
- Sota, E.R. 1976. Sinopsis de las pteridofitas del Noroeste de Argentina III. *Darwiniana*, 20: 225-232.
- Sota, E.R. 1977. Pteridofitas. En Al. L. Cabrera (ed.), *Fl. Prov. Jujuy*, Colecc. Ci. Inst. Nac. Tecnol. Agropecu. 8 (2):1-275.
- Sota, E.R. y Morbelli, M.A. 1985. De la Sota, E.R. y Morbelli, M.A. 1987. Schizaeales. *Phytomorphology*, 37(4): 365-393.
- Taylor, T.N., Taylor, E.L. y Krings, M. 2009. Paleobotany. The Biology and Evolution of fossil plants. Second edition. Elsevier, USA. 1253pp.



- Tell, G. 2004. Recent and fossil species of the genus *Pedastrum* Meyen (Chlorococcales) from Argentina and their geographical distribution. *Algological Studies*, 112: 49-71.
- Tolaba, J.A. 2006. Flora del Valle de Lerma. Chenopodiaceae Vent. Aportes Botánicos de Salta. Herbario MCNS Facultad de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Salta, 7 (18): 1-49.
- Truswell, E. M., Sluiter, I.R. y Harris, W.K. 1985. Palynology of the Oligocene-Miocene sequence in the Oakvale-1 corehole, western Murray Basin, South Australia. *Bureau of Mineral Resources, Journal of Australian Geology and Geophysics*, 9: 267-295.
- Tryon, R.M. y Tryon, A.F. 1982. *Ferns and allied plants with special reference to tropical America*. New York, Springer-Verlag, 857pp.
- Tunik, M.A., Concheyro, A., Ottone, E.G. y Aguirre-Urreta, B. 2004. Paleonología de la Formación Saldeño (Maastrichtiano), Alta Cordillera de Mendoza, Argentina. *Ameghiniana*, 41 (2): 143-160.
- Tyson, R.V. 1995. *Sedimentary organic matter*. Organic facies and palynofacies (Eds. Chapman y Hall), 615 pp.
- Umazano, A.M., Gai, S.B., Melchor, R.N., González, M.G., Grill, S.C y Visconti, G. 2010. Paleosuelos y depósitos lacustres en el manto de arena del Pleistoceno Superior-Holoceno en el centro de La Pampa, Argentina: significado paleoambiental y paleoclimático. *Revista de la Sociedad Geológica de España* 23 (3-4): 89-99.
- Vallati, P. 2010. Asociaciones palinológicas con angiospermas en el Cretácico Superior de la Cuenca Neuquina, Argentina. *Revista Brasileira de Paleontología*, 13 (2): 143-158.

- van Geel, B. 1976. Fossil spores of Zygnemataceae in Ditches of a Preshistoric Settlement in Hoogkarspel (The Netherlands) *Review of Palaeobotany and Palynology* 22: 337-344.
- Van Geel, B. 2001. Non-pollen palynomorphs. In: J.P. Smol, H.J. Birks and W.M. Last (eds.), 2001. *Tracking environmental Change Using Lake Sediments*. Volume 3: Terrestrial, Algae, and Siliceous indicators. Kluwer Academic Publisher, Dordrecht, Netherlands.
- Van Geel, B. y Van Der Hammen 1978. Zygnemataceae in Quaternary Colombian sediments. *Review of Paleobotany and Palynology*, 25: 377-392.
- Van Geel, B., Bohncke, S.J.P. y Dee, H. 1980/1981. A palaeoecological study of an Upper Late Glacial and Holocene sequence from "De Borchert", The Netherlands. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 31: 367-448.
- Vides, M.E. y Bazán, C.A. 2004. La Aloformación Playa del Zorro, Quebrada del Totoral, Valle del Cajón, provincia de Catamarca. En: 10º Reunión Argentina de Sedimentología 2004. Libro de Resúmenes 172-174.
- Vides, M.E. 2009. La sucesión Neógena aflorante entre Peñas Azules y Ovejería Chica en el valle del Cajón, Catamarca. *Acta Geológica Lilloana*, 21 (2): 57-65.
- Volkheimer, W. y Quattrocchio, M.E. 1981. Distribución estratigráfica de los palinomorfos jurásicos y cretácicos en la faja Andina Sur Austral con especial consideración de la Cuenca Neuquina. *Comité Sudamericano del Jurásico y Cretácico, Cuencas sedimentarias del Jurásico y Cretácico de América del Sur*, 2: 407-444.
- Volkheimer, W., Quattrocchio, M. y Salfity J. 1984. Datos palinológicos de la Formación Maíz Gordo, Terciario Inferior de la Cuenca de Salta. En: 9º Congreso Geológico Argentino 1984. Actas IV: 524-538.

- Volkheimer, W., Novara, M.G., Narvaez, P.L. y Marquillas, R.A. 2006. Palynology and paleoenvironmental significance of the Tunal Formation (Danian) at its type locality, El Chorro creek (Salta, Argentina). *Ameghiniana*, 43 (3): 567-584.
- Yamamoto, T. I. 1995. Palinología das Bacias do sudeste (Bacias de Taubaté, São Paulo e Resende). Análise Bioestratigráfica integrada e interpretação paleoambiental. Tesis Doctoral, Instituto de Geociências e Ciências Exatas. Universidad Estadual Paulista, São Paulo, 208 pp.
- Zamaloa, M del C. 1996. Asociación de Cigósporas de Zygnemataceae (Chlorophyta) en el Terciario Medio de Tierra del Fuego, Argentina. *Ameghiniana*, 33 (2): 179-184.
- Zamaloa, M. del C. 2004. Miocene algae and spores from Tierra del Fuego, Argentina. *Alcheringa* 30: 205-227.
- Zamaloa, M. del C. y Romero, E.J. 1990. Spores and pollen from the Cullen Formation (Upper Eocene to middle Oligocene), Tierra del Fuego, Argentina. *Palynology*, 14: 123-133.
- Zamaloa, M del C. y Tell, G. 2005. The fossil record of freshwater micro-algae *Pediastrum* Meyen (Chlorophyceae) in southern South America. *Journal of Paleolimnology*, 34: 433-444.
- Zavattieri, A.M. y Rojo, L.D. 2005. Estudio microflorístico de las formaciones Potrerillos y Cacheuta (Triásico) en el sur del cerro Cacheuta, Mendoza, Argentina. Parte 2. *Ameghiniana*, 42 (3): 513-534.
- Zavattieri, A.M. y Prámparo, M.B. 2006. Freshwater algae from the upper Triassic Cuyana Basin of Argentina: palaeoenvironmental implications. *Paleontology*, 49: 1185-1209.

- Zavattieri, A.M. y Mego, N. 2008. Palynological record of the Paso Flores Formation (Late Triassic) on the southeastern side of the Limay River, Patagonia, Argentina. *Ameghiniana*, 45 (2): 483-502.
- Zippi, P.A. 1998. Freshwater algae from the Mattagami Formation (Albian), Ontario: Paleoecology, botanical affinities and systematic taxonomy. *Micropaleontology*, 44: 1-78.
- Zuloaga, F. O., Morrone, O., y Belgrano, M. 2008. Catálogo de las plantas vasculares del Cono Sur. Vol. 1, Pteridophyta, Gymnospermae y Monocotyledonae. *Monographs in Systematic Botany from the Missouri Botanical Garden*, 107 pp.
- Zuloaga, F. O., Morrone, O., y Belgrano, M. 2008a. Catálogo de las plantas vasculares del Cono Sur. Vol. 2, Dicotyledoneae: Acanthaceae-Fabaceae (Abarema-Schizolobium). *Monographs in Systematic Botany from the Missouri Botanical Garden*, 107.
- Zuloaga, F. O., Morrone, O., y Belgrano, M. 2008b. Catálogo de las plantas vasculares del Cono Sur. Vol. 3, Dicotyledoneae: Fabaceae (Senna-Zygia)-Zygophyllaceae. *Monographs in Systematic Botany from the Missouri Botanical Garden*, 107.